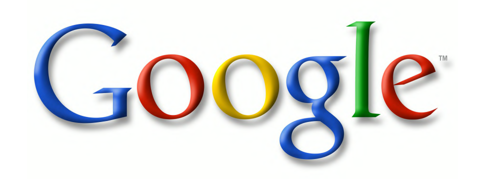
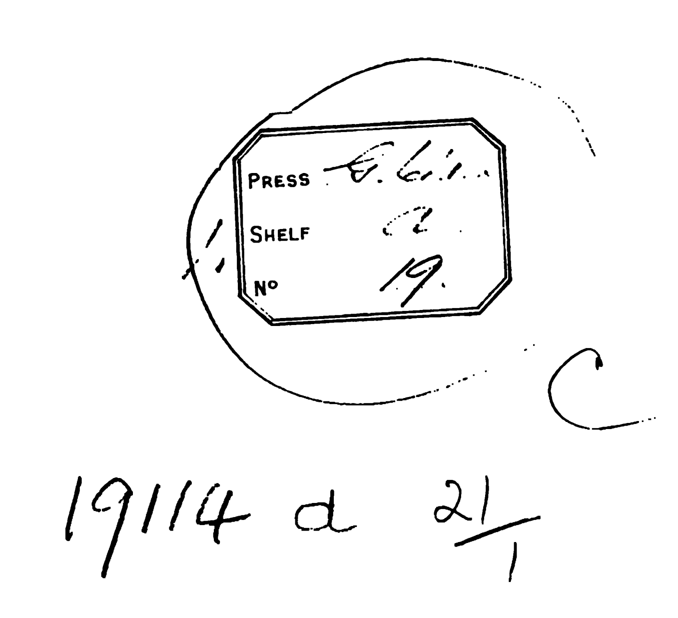
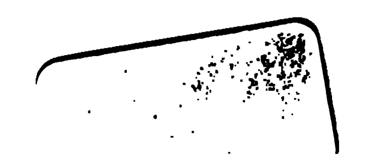







PRESS
SHELF
No
19.



COURS

DE

BOTANIQUE FOSSILE

Société d'imprimerie P. Dupont. Paris, 41, rue J.-J.-Rousseau. (Cl.) 138. 11.80.


COURS
DE
Botanique fossile.
1ère Partie
1880.
Familles étudiées.
CYCADÉES, ZAMIÉES,
CYCADOXYLÉES, CORDAITÉES,
POROXYLÉES, SIGILLARIÉES.
1
2
3
4
5
1. Cycas.
2. Cordaite.
3. Sigillair
lisse.
4. Sigillaire
cannelée
5. Stigmaria
Imp. Becquet, Pari

COURS

DE

BOTANIQUE FOSSILE

FAIT

AU MUSÉUM D'HISTOIRE NATURELLE

PAR

M. B. RENAULT

Aide-naturaliste, docteur ès sciences physiques et naturelles,
Lauréat de l'Institut; correspondant de l'Institut géologique de Vienne, etc.

PREMIÈRE ANNÉE

CYCADÉES, ZAMIÉES, CYCADOXYLÉES, CORDAÏTÉES,
POROXYLÉES, SIGILLARIÉES, STIGMARIÉES

AVEC 22 PLANCHES LITHOGRAPHIÉES

PARIS
G. MASSON, ÉDITEUR
LIBRAIRE DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE
120, BOULEVARD SAINT-GERMAIN, EN FACE DE L'ÉCOLE DE MÉDECINE

MDCCCLXXXI

3

A Monsieur E. FRÉMY

Membre de l'Institut, Directeur du Muséum d'histoire naturelle.

Témoignage de respect et de reconnaissance.

B. RENAULT.

A Monsieur CHARLES BOYSSET

Député de Saône-et-Loire.

Témoignage amical et affectueux.

B. RENAULT.

AVANT-PROPOS

Par arrêté du 16 avril 1879, M. le Ministre de l'instruction publique, sur la demande de M. le Directeur du Muséum, a bien voulu m'autoriser à faire, *au Muséum d'histoire naturelle,* un cours complémentaire de Paléontologie végétale.

L'enseignement de cette année a eu pour objet l'histoire des principaux genres de Cycadées fossiles.

Afin de me conformer au désir exprimé par un certain nombre d'auditeurs, j'ai résumé les sujets divers, traités dans les leçons et les conférences, en un volume que j'offre aujourd'hui au public (1).

Qu'il me soit permis de remercier MM. les Professeurs du Muséum du bienveillant accueil fait à ces leçons, et tout particulièrement MM. Decaisne, Van-Tieghem et Bureau, pour l'obligeance gracieuse avec laquelle ils ont bien voulu mettre à ma disposition les échantillons des serres, des collections et des herbiers qui étaient indispensables pour ces leçons.

25 octobre 1880.

B. RENAULT.

(1) Les planches placées à la fin de ce volume, sont la reproduction des dessins faits et *distribués* à MM. les auditeurs, pendant toute la durée des leçons, par les bons soins de M. Granjon, préparateur.

COURS

DE

BOTANIQUE FOSSILE

FAIT AU MUSÉUM D'HISTOIRE NATURELLE

NOTIONS PRÉLIMINAIRES

Objet de la botanique fossile. — Le but que se propose la botanique fossile est l'étude des végétaux, d'origine ancienne, ou relativement récente, qui sont parvenus jusqu'à nous, par différents procédés naturels de conservation.

Cette étude embrasse non seulement la recherche des caractères superficiels laissés par les empreintes, mais encore celle de la structure anatomique des différents organes qui ont appartenu aux plantes dont nous retrouvons les débris ; elle comprend aussi l'examen des rapports plus ou moins directs que ces plantes présentent avec celles de nos jours.

Les genres et les espèces de végétaux que l'on rencontre dans les terrains qui précèdent immédiatement notre époque, sont à très peu de chose près, les mêmes que ceux qui vivent encore dans les localités où l'on a reconnu ces formations. Il suffit de jeter les yeux sur le tableau des plantes fossiles trouvées aux Aygalades,

près de Marseille, aux Arcs, près de Draguignan, à Cannstadt, aux îles Lipari, de Madère, du cap Vert, etc., pour se convaincre de la grande similitude des Flores locales actuelles et de celles qui les ont précédées immédiatement.

Mais, à mesure que l'on pénètre plus avant dans les couches du globe, les espèces contemporaines deviennent moins nombreuses, finissent par disparaître complètement et sont remplacées par d'autres formant des genres nouveaux, des familles nouvelles, qui n'ont que des analogies lointaines avec les genres et les familles actuelles; on se trouve ainsi amené peu à peu en présence de types étranges, qui seraient incompréhensibles s'il n'existait des formes intermédiaires les reliant par degrés, à ceux que nous offre la nature vivante.

Il peut arriver, cependant, que certaines familles s'éteignent brusquement à partir d'un étage, sans laisser aucun représentant dans les couches plus récentes, mais même, dans ce cas, on peut retrouver, dans les familles voisines qui leur ont succédé, des traces non équivoques de l'organisation qui leur était propre. Les Lycopodiacées du Trias, et même celles de notre époque ont retenu quelques-uns des traits saillants des Lépidodendrons arborescents, des Halonia, des Sphenophyllum, etc... de l'Époque carbonifère.

Les Gnétacées, les Conifères, les Cycadées ont conservé des indices plus ou moins marqués, de la chambre pollinique que l'on trouve si développée dans toutes les graines du terrain houiller.

Les Cycadées vivantes présentent dans leur pétiole, leurs feuilles et même dans la portion, étalée en limbe, ou dilatée en disque, des écailles qui forment les inflorescences mâles et femelles, l'organisation double centripète et centrifuge du faisceau ligneux, caractère essentiel de la tige et des feuilles chez les *Poroxylées* et les *Sigillaires*.

La structure singulière, et en apparence exceptionnelle, de quelques parties de plantes vivantes, la présence de certains organes que l'on serait disposé à croire inutiles, trouvent ainsi leur

explication et leur raison d'être dans l'étude des types plus anciens, chez lesquels ces particularités de structure étaient bien plus accentuées et indispensables.

Un des exemples les plus frappants des résultats merveilleux auxquels peut conduire l'étude des restes fossiles est la restauration des Cordaïtes, tentée par M. Grand'Eury.

Ces arbres de grande taille atteignaient 30 à 40 mètres de hauteur ; ils ont formé, à l'époque de la houille, des forêts considérables. Leurs feuilles longues de plus de 1 mètre, ont pu, dans certaines localités, à Sarrebruck, à Saint-Étienne, à Blanzy, et plusieurs autres bassins houillers du centre de la France, donner naissance, par leur accumulation, à des couches importantes de houille uniquement formées de leurs débris. Non seulement le port de ces grands végétaux a été reconstitué en entier en rapprochant leurs restes épars, mais on peut dire qu'il n'y a pas une seule partie importante de ces plantes dont la structure anatomique n'ait été retrouvée. On connaît actuellement l'organisation de leur moelle, de leur bois, de leur écorce, de leurs feuilles, et jusqu'à celle de leurs fleurs mâles et femelles, de leur pollen et de leurs graines.

Les Cordaïtes de l'Époque de la houille ont donc leur histoire aussi entière que celle de grands arbres exotiques actuels, dont les collections ne possèdent que des portions plus ou moins étendues à cause de leur taille.

Mais les plantes fossiles sont loin d'être toutes connues aussi complètement, ce n'est que par un concours heureux de circonstances fournissant à la fois les moyens, de reconstituer le port du végétal par l'étude comparée de nombreuses empreintes, et de retrouver la structure interne, grâce à des portions plus ou moins importantes, conservées dans leur état naturel, par le carbonate de fer et de chaux ou par la silice que l'on peut arriver à faire revivre, dans toutes leurs parties, ces plantes, que tant de siècles séparent de celles qui poussent sous nos yeux.

Il reste bien des problèmes à résoudre, sans parler des *Spirangium*, des *Brachyphyllum*, du Trias et des terrains jurassiques; les *Walchia*, les *Ulmannia*, les *Woltzia* sont encore mal connus,

les *Calamites gigas*, *approximatus*, les *Arthropitus*, les *Calamodendrons*, les *Dory-Poa-Cordaïtes*, les *Dicranophyllum*, les *Dolerophyllum*, les *Bōrnia*, les *Ulodendrons*, les *Stigmaria* et tant d'autres ont une situation douteuse, et les renseignements que l'on peut acquérir sur chacun de ces genres sont d'autant plus précieux qu'ils s'adressent à des plantes qui ont joué un rôle considérable dans l'histoire du règne végétal, dont il est aussi important de connaître l'origine et la marche progressive, que celles des êtres du règne animal, dont l'évolution est postérieure.

On a attribué, non sans quelques raisons, les modifications, entre certaines limites, des organes des plantes et la substitution de nouvelles espèces à d'autres, aux variations de milieu et de climat, qui se sont manifestées pendant la longue suite de siècles exigés par la formation des terrains.

Depuis longtemps déjà, l'étude des animaux fossiles a amené les géologues, de leur côté, à admettre que la température, l'humidité, etc., ont subi des changements notables pendant la vie de notre globe. Si les animaux ont été sensibles à ces variations, les plantes en ont ressenti certainement encore plus les effets, puisque, fixées invariablement au sol, ne pouvant se soustraire à l'action des agents physiques extérieurs, elles ont dû ou plier peu à peu leur organisme à ces exigences nouvelles, ou céder la place à d'autres espèces, mieux appropriées pour supporter ce nouvel état de choses.

On sait que sur une section transversale d'un bois de Dicotylédone de nos pays, on distingue le plus souvent, avec facilité, des cercles ligneux concentriques, dont les éléments, alternativement plus poreux ou plus denses, indiquent le bois formé au printemps, ou celui produit vers l'arrière-saison. Les couches concentriques elles-mêmes, ont une épaisseur qui varie suivant que l'année a été plus ou moins favorable à la végétation. Chaque plante vivace, offre donc les dates successives de ces conditions climatériques diverses, inscrites dans son tissu en caractères ineffaçables.

Dans les contrées où les variations annuelles de température sont faibles, le tissu ligneux est plus homogène, et les couches se succèdent sans démarcations bien sensibles, elles n'accusent plus que des périodes d'humidité ou de sécheresse, pendant lesquelles la végétation a pris plus d'essor ou s'est ralentie pendant quelque temps.

Les troncs fossiles silicifiés ou carbonatés, que l'on rencontre à peu près dans toutes les formations géologiques, offrent ces particularités de structure des bois actuels.

Mais ces démarcations, d'abord très distinctes dans les troncs qui appartiennent aux époques tertiaires des zones tempérées, deviennent de moins en moins accusées à mesure que les végétaux sont plus anciens; c'est à peine si, dans les Conifères du terrain jurassique et du terrain houiller, on retrouve quelques lignes concentriques de faible épaisseur, indiquant un arrêt de courte durée dans l'accroissement du tissu ligneux.

Les Cordaïtes eux-mêmes, dont la tête était couronnée de feuilles gigantesques présentant ainsi une vaste surface d'absorption et d'élaboration de matières nutritives, possèdent cependant un bois presque homogène, et les zones d'accroissement ne deviennent évidentes que si l'on mesure à l'aide du microscope, le diamètre des éléments ligneux qui les composent.

Des forêts considérables de *Conifères* et de *Cordaïtes* paraissent avoir couvert les terres desséchées et les collines de la période houillère ; comme le bois de ces végétaux n'offre que très peu de variations, on est en droit de conclure que le climat de cette période était d'une grande régularité.

Cette constance dans le climat est encore confirmée par la structure des bois des *Arthropitus*, des *Sigillaires* et des *Poroxylées*, qui croissaient au contraire dans la vase, ou sur le bord des lacs ; le bois de ces végétaux est, en effet, absolument homogène dans toute son épaisseur.

L'égalisation des climats, par toute la terre, pendant la durée des siècles qu'a demandés la formation de la houille, est mise hors de doute par l'identité des espèces de plantes qui se rencontrent

dans les couches carbonifères les plus éloignées les unes des autres, mais contemporaines. L'influence de la latitude paraît complètement nulle ; partout, sur les terres arctiques comme entre les tropiques, ce sont les mêmes végétaux qui se développent avec abondance ; partout, on rencontre les mêmes espèces de Calamites, de Fougères, de Lépidodendrées, de Sigillaires, etc... plantes recherchant, comme leur structure l'indique, la chaleur et l'humidité.

Si durant cette longue période, il y a des changements entraînant la disparition de quelques espèces ou même de quelques genres, ces changements ne paraissent pas localisés, mais s'étendent simultanément sur toute la surface du globe.

Pendant les Formations triasiques et jurassiques, les plantes qui couvrent les continents, bien différentes, il est vrai, de celles qui vivaient aux Époques permiennes et houillères, sont cependant semblables dans toutes les couches de même âge de tous les pays, c'est que la chaleur et l'humidité sont encore également réparties par toute la terre. Les montagnes, plus élevées que pendant le dépôt houiller, ne le sont pas assez pour amener l'apparition de Flores de montagne, distinctes de celles des plaines. S'il y a des différences appréciables, elles sont dues à ce que certaines espèces vivaient dans des lieux inondés ou humides, tandis que d'autres habitaient des terrains plus secs.

Ce n'est qu'à l'Époque de la Craie que des différences dans la latitude détermine des changements dans la distribution des végétaux. On voit apparaître, dans la Craie inférieure de Kome, dans le golfe d'Omenak, au Groënland, par 70° de latitude boréale, quelques Sapins qui viennent se mêler aux Cycadées déjà anciennes sur le globe. Avec ces dernières plantes se montrent des *Credneria* et des *Figuiers*, il semble que les premières Dicotylédones angiospermes trouvent seulement à ce moment de la vie du globe, les conditions favorables à leur développement ; on les voit dès lors s'étendre rapidement sur toute la surface de la terre. Et pendant la formation des terrains plus récents tels que l'Éocène, le Miocène...., on les rencontre de plus en plus nombreuses à

mesure que la latitude intervient davantage dans la distribution de la température.

La zone terrestre où régnait un climat comparable à celui de certaines régions tropicales se resserre de plus en plus à partir de la Craie. Après avoir quitté les terres arctiques nous retrouvons sa limite, au commencement de l'Époque tertiaire dans le nord de l'Angleterre et de l'Allemagne, où l'abondance des Palmiers, des Pandanées, des Bananiers assignent pour ces pays, à ce moment, une température moyenne annuelle de 25°.

Plus tard, à l'Époque miocène, elle ne dépasse pas les contrées méridionales de l'Europe, elle y est caractérisée par la présence de plantes tropicales africaines. Les *Cycadées* que nous avons vues pendant la Craie occuper les terres arctiques, se sont réfugiées dans le midi de la France, à Armissan, Bonnieux, et en Grèce, à Koumi.

Pendant la Période pliocène, on peut admettre qu'elle ne dépasse pas le 40° ou l'extrême limite de l'Europe méridionale. Actuellement comme l'on sait, les Cycadées ne se rencontrent guère au delà du 35° de latitude, quoique, en Australie, on en trouve quelques plans jusque vers le 38° de latitude sud.

La connaissance complète de la Flore d'une formation géologique peut fournir des renseignements précis sur l'état climatérique de la contrée voisine du lieu où se déposait cette formation ; pour n'en citer qu'un exemple puisé dans les beaux travaux de M. de Saporta, il suffira de rappeler qu'au moment où se solidifiaient les tufs calcaires de Meximieux, près de Lyon, en pleine Période pliocène, les campagnes voisines du dépôt étaient couvertes de Lauriers roses, d'Avocatiers des Canaries, de Bambous, de Magnolias, de Chênes-verts, etc., ensemble de plantes qui, d'après la température moyenne des pays où elles croissent naturellement, indiquent, pour les environs de Lyon, une température moyenne annuelle de 17 à 18°. La moyenne annuelle de cette région n'est plus comme on sait, que de 11°.

De l'ensemble des faits recueillis jusqu'à ce jour, il résulte deux lois importantes que nous pouvons désigner ainsi :

1° Loi de concordance des espèces ;

2° Loi de leur extinction.

D'après la première, les Flores se sont succédées dans le même ordre et simultanément sur toute la terre, depuis le moment où elles ont fait leur apparition, jusqu'aux Terrains crétacés.

D'après la deuxième, lorsqu'une espèce végétale s'éteint dans un terrain appartenant à une région déterminée du globe, c'est pour toujours, il n'y aura jamais dans la suite, retour de cette espèce dans les couches superposées d'origine plus récente.

A partir des Terrains crétacés, la première de ces lois ne reste vraie que si, au lieu de considérer le globe entier, on ne l'applique qu'aux terrains qui se sont formés à une même latitude, car les flores des pays arctiques et des régions tropicales commencent déjà à se différencier, et la séparation s'accuse de plus en plus à mesure que l'on se rapproche davantage de l'Époque actuelle. Les Flores des formations tropicales doivent donc être moins variées que celles des contrées polaires, mais en revanche, elles sont en liaison plus intime avec celles du passé.

Quant à la deuxième des lois précédentes, elle ne paraît pas non plus offrir d'exception aux époques antérieures au Terrain crétacé; mais on comprend la possibilité de voir, à partir de cette époque, réapparaître une espèce dans une localité où elle s'était éteinte ; par son retour des contrées où les conditions d'existence étant restées les mêmes, cette espèce avait persisté. C'est ainsi que certaines espèces de plantes de pays tempérés ont réapparu dans des points qu'elles avaient été obligées de quitter pendant la Période glaciaire et continuent d'y vivre maintenant.

Mais, en dehors de quelques exceptions qui peuvent se présenter depuis que la latitude a dû avoir une influence sur la distribution de la chaleur, cette loi peut être appliquée d'une manière très générale.

Ainsi le *Calamites radiatus* se rencontre dans le Terrain houiller inférieur, jamais dans le Terrain houiller moyen et supérieur ni au-dessus.

Le *Callipteris conferta*, le *Calamites gigas* caractérisent le Terrain permien. *L'Equisetum Mougeotii* ne se rencontre que dans le

Grès bigarré. Les *Sphenozamites* sont limités aux Formation jurassiques. Les *Annularia*, les *Sphenophyllum*, les *Sigillaires*, les *Lépidodendrons* sont absolument inconnus dans les Terrains secondaires et tertiaires. On pourrait facilement multiplier les exemples pour prouver qu'un genre ou une espèce une fois disparu, ne revient plus, et que beaucoup d'entre eux sont caractéristiques d'un Étage ou d'une Formation.

La Botanique fossile a eu souvent occasion d'appliquer ces lois, je ne rappellerai que deux faits entre mille. Personne n'ignore les discussions nombreuses soulevées par les Terrains anthracifères des Alpes. En 1828, M. Élie de Beaumont signala à Petit-Cœur, en Tarentaise, une couche à belemnites intercalée entre deux assises de végétaux, ces derniers, formant 22 espèces, furent reconnus aussitôt par M. Brongniart comme appartenant tous au Terrain houiller supérieur. Au point de vue botanique, le Terrain anthracifère des Alpes était donc bien houiller, mais, d'un autre côté, la couche découverte par M. Élie de Beaumont appartenait sans doute possible au Lias inférieur. Les déductions tirées des lois de la botanique fossile qui en était presque encore à ses débuts subissaient ainsi un sérieux contrôle. La Société géologique de France, réunie extraordinairement, pour la deuxième fois, à Saint-Jean-de-Morienne, en 1861, la fit sortir victorieuse de cette épreuve, en prouvant que les couches en question avaient subi un plissement tel que les bancs liasiques renversés sur eux-mêmes, avaient actuellement leur surface en contact, tandis qu'une partie des Terrains anthracifères dans le mouvement de plissement qui s'était opéré avait été amenée à occuper une position supérieure à l'une des couches du Lias avec laquelle elle était restée réunie.

Depuis lors, grâce aux recherches incessantes exécutées en France et à l'étranger, par Brongniart, Göppert, Geinitz, Goldenberg, Schenck, Schimper, de Saporta, Dawson, Lesquereux et tant d'autres, la botanique fossile s'est enrichie d'un nombre considérable de faits précis, de découvertes précieuses qui, donnant plus de rigueur à ses déterminations, en ont fait une science complètement indépendante, et lui permettent, avec ses seules ressources,

d'aller plus loin et plus sûrement dans la détermination des Terrains.

M. Grand'Eury, en effet, complétant les tentatives faites déjà dans cette direction, par Geinitz, sur les Terrains houillers de la Saxe, vient de prouver, dans un travail considérable que les empreintes végétales seules, pouvaient fournir les éléments d'une classification générale des Formations carbonifères, ce qui est d'autant plus important que pendant cette longue période, les animaux fossiles ont peu varié.

Les observations de Göppert, Geinitz, Beinert, etc..., ont établi que les Flores ont changé par l'apparition et la disparition lente, mais continue d'espèces.

A Saint-Étienne, dix-huit couches successives ont permis à M. Grand'Eury de suivre un grand nombre de ces espèces, depuis leur apparition jusqu'à leur extinction, et d'en tirer des caractères de la plus haute valeur pour distinguer ces couches entre elles.

En prenant pour *critérium*, non pas le moment d'apparition ou de disparition d'une espèce, moment quelquefois difficile à saisir, mais celui où elle est la plus abondante; où elle se présente avec le plus d'ampleur, en un mot où elle remplit son rôle véritable dans la vie, au point de vue botanique, il a pu construire une sorte d'échelle chronologique qui lui a servi à fixer l'âge de toute une série de Terrains houillers indépendants, isolés les uns des autres, exploités soit dans le centre de la France, soit dans différentes parties du globe.

Mais pour arriver à un pareil résultat, il a fallu non seulement l'accumulation d'une masse énorme d'observations personnelles, mais encore la patience de les comparer avec les faits déjà recueillis dans les *Annales de la paléontologie*.

Ces faits sont extrêmement nombreux et répartis dans une multitude d'ouvrages ou de mémoires isolés, malgré l'origine pour ainsi dire récente de cette science.

En effet, on ne trouve aucune mention de végétaux fossiles dans les auteurs de l'antiquité. L'un des premiers savants (1) qui s'en

(1) Albertus Magnus, lib. 1, *Mineral transact.*

soit occupé est Albertus Magnus, qui, au milieu du XVIe siècle, cite plusieurs exemples de branches d'arbres, dont une portant encore un nid d'oiseau, trouvées complètement transformées en pierre, par la vertu d'un suc pétrifiant contenu dans certaines eaux (1).

En 1699, Lhwjd eut l'idée de comparer à des frondes de fougères les empreintes de feuilles trouvées dans les schistes houillers d'Angleterre. Scheuchzer, le premier, montra, en 1700, qu'il ne fallait pas confondre les dendrites produites par les infiltrations minérales variées, avec les empreintes véritables de végétaux. En 1718, B. de Jussieu représentait très exactement dans les Mémoires de l'histoire de l'Académie, des feuilles de Fougères et de Cordaïtes, en faisant remarquer que ces empreintes se rapportaient probablement à des types éteints ou exotiques.

Puis viennent les travaux intéressants de Gottlob Volkmann (1720), ceux plus remarquables encore de Mendez Costa (1757), de Walch (1768).

En 1756, Schulze publiait un travail sur les bois fossiles dans lequel il déclarait avec raison que la fossilisation était due à des matières minéralisantes s'infiltrant dans tout le système vasculaire du bois et s'y solidifiant.

Mais ces travaux et bien d'autres encore, que l'on pourrait citer, ne donnaient pas la méthode indispensable sans laquelle aucune science ne peut progresser.

Ce n'est qu'avec ce siècle que la paléontologie végétale marche, dans les publications de Blumenbach (1800), Schlotheim (1804), de Sternberg (1820), d'un pas plus ferme.

Une année après l'apparition de la première livraison de la Flore du monde primitif de Sternberg (1820-1832), Ad. Brongniart commença la publication de ses travaux sur le même sujet, par son *Mémoire sur la classification des végétaux fossiles en général*. Son *Prodrome* date de 1828. La même année, paraissaient les premiers fascicules de son *Histoire des végétaux fossiles* (1828-1844). Dès lors la Paléontologie végétale fit de rapides progrès, une voie sûre était ouverte et de nombreux savants ne tardèrent pas à s'y enga-

(1) Voir aussi *Agricolæ opera*, liber III et liber VII, 1565.

ger; des découvertes se succèdent sans relâche et sont consignées successivement dans les publications continues des Sprengel (1828), Lindley, Hutton, Witham (1831), Gutbier, Germar (1834), Gœppert (1836), Unger (1841), Schimper (1844), Berendt (1845), Corda (1845), Dawson, Hooker (1847), Massalongo (1850), Ettinhausen (1853), Heer, Geinitz (1855), Zigno (1856), Schenck, Ludwig, Lesquereux (1858), de Saporta (1861), Goldenberg (1862), Weiss (1864), Watelet (1866), Carruthers (1867), Crépin (1874), Zeiller (1875), Grand'Eury (1877) et de bien d'autres dont les efforts non interrompus ont fait faire d'immenses progrès à cette science.

Il n'entre pas dans le programme de ces leçons d'examiner l'importance relative de tous ces travaux; cette étude à elle seule constituerait une œuvre considérable, qui pourra se faire un jour avec quelque profit.

Notre but plus modeste est d'aborder la Botanique fossile par un côté limité, mais pourtant suffisamment étendu pour que l'on puisse se faire une idée assez large des résultats que l'on en peut tirer.

Après avoir choisi un groupe important de végétaux, nous le suivrons, avec ses variations, depuis notre Époque jusqu'au moment où il se perd dans la nuit des temps. Nous signalerons les changements que certains organes ont subi pendant cette longue suite des siècles et les conséquences qui en découlent.

Dans cette étude, nous nous aiderons non seulement des ressources que les empreintes des végétaux et leur moulage peuvent fournir, mais principalement, et plus qu'on ne l'a fait jusqu'à présent, des notions tirées de la structure interne d'échantillons de plantes conservées au moyen de substances minérales variées.

Mais, avant de commencer cette étude, il est indispensable de jeter un coup d'œil sur la manière dont les plantes, même les plus anciennes, ont pu arriver plus ou moins complètement jusqu'à nous.

DIFFÉRENTS MODES DE CONSERVATION DES PLANTES FOSSILES.

Les composés organiques formés sous l'influence de la vie des plantes, tels que : la *cellulose*, la *vasculose*, la *pectose*, la *chlorophylle*, les *gommes*, etc., dont la réunion constitue la charpente de l'édifice végétal, et une partie des liquides qui en remplit les tissus, une fois soustraits à cette influence, ne tardent pas à se transformer en dérivés plus stables et plus en harmonie avec les agents physiques et chimiques extérieurs.

Chacun sait que les débris de plantes abandonnés à la surface du sol se changent en acide carbonique, en eau, ammoniaque, azote, hydrogène carboné, etc., par l'action de l'oxygène de la chaleur, de l'humidité, et celle d'êtres microscopiques qui vivent à leurs dépens; de sorte qu'au bout d'un temps relativement court, il ne reste aucune trace visible de la plante ou de la portion de plante en question.

Il n'en est plus de même si les débris végétaux, au lieu d'être soumis aux causes de destructions simultanées ou successives qui viennent d'être citées, en sont préservés soit parce qu'ils sont recouverts d'une couche d'eau profonde, soit parce qu'ils se trouvent enfouis sous des masses d'argile ou de sable, ou plongés dans des liquides tenant en dissolution des matières antiseptiques ou minéralisantes.

Dans ces conditions, l'action désorganisatrice peut avoir été suspendue, ou considérablement atténuée et l'on retrouve, après une longue suite de siècles, des plantes ou des fractions de plantes dans un état de conservation qui surprend.

Nous allons examiner quelques-uns de ces modes de conservation.

Nous distinguerons deux cas principaux.

Dans le premier, les débris végétaux ont échappé plus ou moins complètement à la destruction, parce qu'ils ont été recouverts par une couche d'eau épaisse, ou par des matières solides, argiles,

grès, calcaires, sans interposition dans leur tissu de matières minérales.

Dans le second, la substance qui a conservé leur forme, quelquefois même leur structure interne, était en dissolution, et s'est déposée soit à la superficie seulement, soit en remplissant en même temps tous les vides existant dans les cellules et les vaisseaux de la plante.

§ 1. — Dans le premier cas que nous allons examiner, les plantes fossiles peuvent se présenter tantôt :

1° *A l'état de lignite.*

a. Les lignites sont comme l'on sait, des substances noires ou brunes s'allumant et brûlant avec facilité sans se boursoufler ; leur combustion est accompagnée de flammes, de fumée et d'odeur bitumineuse, avec perte de 50 à 70 0/0 des matières volatiles; l'hydrogène se trouve en moins grande proportion que dans la houille, tandis que l'oxygène y prédomine et atteint 18 à 30 0/0 ; leur distillation est accompagnée d'une certaine quantité d'acide acétique et la potasse en sépare de l'acide ulmique.

Dans un grand nombre de cas, les lignites ont conservé une structure organique qui ne permet pas de douter de leur origine végétale.

Ainsi les troncs d'arbres, les rameaux, feuilles ou débris divers trouvés dans les lignites de Durfort, de Saltzhausen, du duché de Nassau, de Francfort, des gypses d'Aix, etc., sont assez intacts pour que leur étude microscopique soit possible. Des plaques minces taillées dans ces lignites montrent les éléments organiques avec leurs caractères distinctifs primitifs. La loupe permet d'apercevoir avec facilité les nervures les plus fines des feuilles, leur épiderme conservé, et il n'est pas rare de trouver des chatons d'Amentacées contenant encore du pollen avec sa coloration jaune primitive.

Il ne faudrait pourtant pas croire que les tissus organiques soient restés absolument intacts. Les cellules et les vaisseaux vus au microscope apparaissent déformés par la compression et la dessiccation,

de plus une partie de leur substance s'est transformée en produits ulmiques imprégnant plus ou moins, suivant le degré d'altération, le reste du tissu, et les matières terreuses dans lesquelles ces débris végétaux sont enfouis.

Quoiqu'on ne connaisse pas encore les conditions particulières qui déterminent la transformation des tissus ligneux en acide ulmique et en ulmine, le rapprochement des formules de ces divers composés montre cependant qu'ils dérivent les uns des autres par une condensation de plus en plus grande de la molécule, avec perte d'une certaine quantité d'eau (1).

b) Quelquefois l'altération des tissus est encore plus profonde et les traces d'organisation sont difficiles à bien mettre en évidence dans cette substance noire à cassure brillante connue sous le nom de *jayet*, qui se rapproche plus des houilles que des lignites. Dans un fragment de jayet offrant quelques traces d'organisation ligneuse et provenant de Polroy, près Autun, il n'a pas été possible de trouver trace d'acide ulmique ; la condensation polymérique de la cellulose accompagnée de déshydratation était donc bien plus complète que dans les lignites, et se rapprochait de celle des houilles.

c) M. Frémy a fait connaître (2) les résultats importants de ses recherches sur la formation de la houille, et montré que la cellulose, l'amidon, la gomme arabique, l'acide ulmique de la vasculose, etc., c'est-à-dire les substances que l'on rencontre communément dans les plantes pouvaient donner une houille à cassure brillante, et offrant sensiblement la composition de certaines houilles, si on se plaçait dans certaines conditions de chaleur et de pression, exagérées à dessein, pour éliminer autant que possible le temps, l'un des facteurs qui joue un si grand rôle dans les phénomènes de la nature.

(1)

Gomme..............	$(C^{12} H^{10} O^{10})^{2} + 2$ aq
Amidon..............	$(C^{12} H^{10} O^{10})^{3}$
Cellulose..............	$(C^{12} H^{10} O^{10})^{4}$
Vasculose............	$(C^{12} H^{10} O^{10})^{5}$
Acide ulmique.......	$(C^{12} H^{10} O^{10})^{8} - 16$ HO
Ulmine..............	$(C^{12} H^{10} O^{10})^{8} - 32$ HO

(2) *Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences*, 26 mai 1879.

Le tableau suivant résume ces remarquables résultats.

	C	H	O	
Acide ulmique	65,7	3,8	30,4	
Houille de sucre	66,8	4,7	28,4	
— d'amidon	68,4	4,6	26,8	
— de gomme arabique	78,7	5	16,2	
— d'acide ulmique de la vasculose	76,4	5	18	
				Cendres
— de Blanzy	76,4	5	16	2,2

Les conditions dans lesquelles ces houilles artificielles ont été produites ont fait disparaître toute trace d'organisation; dans certaines houilles naturelles, au contraire, il est possible de reconnaître quelquefois, sur les faces de rupture, des portions de feuilles ou d'écorce, ou sur les cassures, de faibles indices d'organisation. Mais des préparations exécutées avec soin ne laissent entrevoir que des cuticules houillifiées ayant conservé le moulage des cellules sous-jacentes; le reste du tissu également transformé en houille, affaissé sur lui-même, ne se laisse distinguer que très rarement, et dans le cas seulement où les éléments qui le formaient n'ont pas été complètement aplatis ou remplis par les dérivés organiques transformés en houille.

2° *A l'état d'empreinte ou de moulage.*

Lorsque la substance fossilisante formée de sédiment argileux calcaire ou siliceux était en suspension dans les eaux, des fragments de plantes entraînés accidentellement, se sont déposés en même temps qu'elles, en se plaçant parallèlement aux couches déjà formées et ont été moulés avec d'autant plus d'exactitude que les éléments en suspension étaient plus divisés.

Tantôt le moule ainsi formé et qui ne reproduit que la surface extérieure de l'objet renferme encore une partie de l'organe primitif, tantôt la matière organique entièrement détruite a été remplacée par des matières minérales variées, ou bien le vide laissé par la disparition de la matière organique n'a pas été rempli.

a) Les Calcaires argileux miocènes du Vicentin, ou des Terrains

jurassiques du Véronais nous offrent des végétaux non complètement transformés en houille et contenant une petite quantité d'acide ulmique;

Quelquefois les fragments de plantes sont assez bien conservés pour que l'on puisse détacher des portions de fronde de *Cicadopteris* (Vicentin), de *Pecopteris* et *d'Alethopteris* (Mont-pelé près Autun), ressemblant à des fragments de plantes desséchées et conservées en herbier.

Examinées au microscope les folioles laissent voir la cuticule intacte, mais le parenchyme de la feuille complètement transformé en houille. Des pinnules de Pécopteris portent encore des capsules disposées en *asterotheca* qui sont restées adhérentes à leur face inférieure, et des feuilles orbiculaires de *Dolerophyllum* montrent leur volumineux pollen de couleur jaune orangé, peut-être la couleur primitive.

Mais, dans la plupart des cas, la cuticule elle-même est transformée en houille, et le moule affaissé sur lui-même est seulement tapissé par une faible pellicule de cette substance.

b) Si la roche argileuse ou calcaire était poreuse, la matière organique a pu disparaître complètement, par une combustion lente, et la plante n'est représentée que par un moulage en creux.

c) Souvent le vide laissé par celle-ci a été rempli par des matières minérales provenant de quelque infiltration.

Les empreintes de la Tarentaise nous présentent fréquemment des *Annularia*, des *Pecopteris*, des *Asterophyllites*, etc..., dont la matière organique primitive a été remplacée par du silicate de magnésie; elles se détachent en blanc satiné sur le fond noir de la roche.

Dans d'autres localités, à Lally, près Autun, à Saint-Etienne, etc., c'est du bisulfure de fer qui s'est substitué à la matière organique laissée par des rameaux de *Walchia* ou des tiges de *Calamites*.

Dans le Zechstein, la substitution s'est opérée quelquefois au moyen du carbonate de cuivre.

Le surmoulage dans les grès bigarrés s'est souvent effectué par l'intermédiaire de peroxyde de fer hydraté.

Dans tous les étages, on rencontre des vides laissés par les végétaux, remplis ultérieurement soit par de l'argile, soit par des sables qui se sont durcis, et ont conservé plus ou moins fidèlement suivant leur finesse les détails du moule primitif. On peut citer comme exemples une magnifique souche de *Syringodendron* (1) de 1m,50 de hauteur et de 1 mètre de diamètre trouvée dans les grès houillers de Bessèges et qui est le moule en relief bien reconnaissable de ces arbres primitifs — les nombreuses tiges d'*Equisetum arenaceum* du Grès bigarré, des rhizomes de *Nymphea* des Argiles miocènes d'Armissan, etc.....

§ 2. — Dans le deuxième cas qui nous reste à examiner, la substance fossilisante était maintenue à l'état de dissolution.

Cette substance (carbonate de chaux, phosphate de chaux, silice...) s'est trouvée tantôt en quantité assez considérable pour déterminer autour de la plante un dépôt abondant que l'on désigne sous le nom d'incrustation. (*Fossilisation par incrustation.*)

Ou bien les eaux minérales assez peu concentrées ont laissé aux tissus le temps de s'imprégner, de fixer le principe pétrifiant, qui, en s'accumulant, a fini par remplir toutes leurs cavités. (*Fossilisation par imbibition.*)

1° *Fossilisation par incrustation.*

Souvent des plantes, poussant sur les bords de ruisseaux alimentés par des sources incrustantes, ou leurs débris accumulés en quantité considérable dans les lacs, dans les étangs formés par ces ruisseaux, ont pu être enveloppés par la matière solide que l'eau déposait avant qu'ils n'aient eu le temps de se flétrir. La couche minérale, en augmentant peu à peu d'épaisseur, a fini par combler l'intervalle qui les séparait, et bientôt le tout n'a plus formé qu'une masse compacte dans laquelle ils sont restés emprisonnés.

Quelquefois le dépôt formé autour de ces fragments est resté perméable, alors les matières organiques brûlées peu à peu, par l'oxygène de l'air ou celui dissous dans l'eau, ont disparu complète-

(1) Cet échantillon est exposé à l'entrée des galeries de botanique fossile du Muséum d'histoire naturelle.

ment, en laissant un vide représentant exactement leur forme primitive.

Si le tuf est calcaire comme cela se présente à Cannstadt, Armissan, Brognon, Sézanne, etc..., il a dû se former de la même manière que les pétrifications naturelles que l'on rencontre dans le voisinage des sources de Saint-Allyre, de Carlsbad, de Toeplitz ; et on peut faire revivre dans leur forme extérieure les objets moulés autrefois par le dépôt devenu solide, en coulant de la cire ou du plâtre dans les cavités, et en dissolvant ensuite le calcaire dans de l'acide chlorhydrique étendu.

On obtient ainsi les moulages des objets les plus délicats, feuilles de fougères avec leurs fructifications, pétales, corolles, étamines, pistils, etc.

Les détails superficiels sont rendus avec une perfection bien plus grande que lorsque le moulage en creux était obtenu comme nous l'avons vu précédemment, par un dépôt mécanique de sable fin ou d'argile.

Mais dans le cas où la matière incrustante est de la silice, comme cela se présente, lorsque les objets sont soumis à l'action de l'eau des Geysers, le peu de consistance de la silice déposée rapidement, et son insolubilité dans la plupart des dissolvants rendent impossible de tirer parti de ce genre de pétrification.

2° *Fossilisation par imbibition et moulage interne des tissus.*

a) On peut rapporter à ce genre de fossilisation la conservation des plantes dans le succin.

La résine actuellement solide a pénétré, lorsqu'elle était maintenue fluide par une huile essentielle, dans l'intérieur des tissus, et les a conservés intacts, à l'abri de l'humidité et de l'oxygène.

Göppert a fait connaître près de deux cents espèces végétales, préservées de la destruction par cette résine provenant de vastes forêts de Conifères (1) de l'Époque miocène. Parmi ces débris se trouvent des corolles, des pistils, des étamines, des grains de pollen, et même des moisissures avec leurs sporules.

b) Dans d'autres cas, la matière dissoute était une matière mi-

(1) Des Thuia probablement.

nérale, le liquide pétrifiant peu concentré, a pénétré dans l'intérieur des vaisseaux et des cellules, débarrassé de la plupart des substances amylacées devenues solubles par une macération plus ou moins prolongée dans des eaux légèrement alcalines.

Peu à peu la matière minérale a rempli toutes les cavités existantes, s'est solidifiée, emprisonnant ce qui restait des parois végétales.

Un certain nombre de substances, telles que le phosphate de chaux, la silice, le carbonate de chaux, le carbonate de fer, etc..., dissoutes à la faveur de sels alcalins et d'acide carbonique, ont pu ainsi pénétrer dans l'intérieur des tissus, et en passant à l'état solide, les protéger contre une destruction ultérieure.

Les détails anatomiques les plus fins, les sculptures des cellules et des vaisseaux les plus délicates ont été conservés souvent avec la plus scrupuleuse exactitude ; les vaisseaux rayés, ponctués, aréolés, les trachées déroulables se distinguent avec une grande netteté, de sorte que l'anatomie d'une plante carbonatée ou silicifiée peut conduire à des résultats aussi précis que si l'étude en était faite sur les organes correspondants pris sur une plante vivante.

A certains égards, ces objets sont même plus avantageux pour l'étude, que les plantes desséchées et conservées en herbier, car malgré toutes les précautions, les organes délicats de ces dernières ne retrouvent jamais quand on essaye de les ramollir, le volume et la forme que la dessiccation et la compression leur a fait perdre.

Les plantes carbonatées ou silicifiées se rencontrent généralement en fragments disséminés sans rapport de liaison les uns avec les autres ; on éprouve ainsi d'assez grandes difficultés pour établir la dépendance de ces parties isolées; ce n'est que par une attention soutenue, et la comparaison avec les mêmes parties conservées à l'état d'empreinte, mais alors en dépendance les unes avec les autres, que l'on peut avancer avec quelque sécurité dans l'étude des végétaux pétrifiés.

Quelquefois, cependant, les fragments sont plus volumineux et on a des exemples de tronc de plus de 20 mètres de longueur qui ont été silicifiées dans toute leur étendue.

Près de Grand'Croix, j'ai vu un tronc Cordaïte qui mesurait plus de 10 mètres, les fragments de ce tronc qui a été brisé, sont encore en partie engagés dans les murs environnants.

J'ai relevé un stype de fougère (psaronius) aux environs d'Autun, d'une longueur de 4m,70 présentant la partie centrale bien conservée dans certains endroits, et environné sur toute sa longueur de racines nombreuses, ces stypes ont porté comme l'on sait, les frondes si communes dans les couches houillères, et désignées sous le nom de *Pecopteris*.

Une question des plus intéressantes se présente naturellement à l'esprit, comment la silicification de ces troncs considérables s'est-elle effectuée, en outre comment des tissus souvent fort délicats, ont-ils pu résister pendant un temps suffisamment long pour ne pas être flétris et complètement altérés avant que la pétrification ne fût achevée?

Il n'y a pas de doute que souvent les végétaux étaient encore en place lorsque leur silicification s'est effectuée, les forêts pétrifiées du Wadi-Anseri, du Wadi-el-Tih au sud du Caire en sont une preuve irréfutable, M. Newbold a trouvé des souches d'arbres *debout* et fixées par leurs racines dans les grès sous-jacents.

M. Grand'Eury a signalé dans le département de l'Allier, à Bussières, à Ygrande, à Noyant un banc de quartz. Je l'ai retrouvé apparaissant çà et là sur plus de 30 kilomètres d'étendue. A Saint-Hilaire, à l'étang des Messarges se rencontrent des troncs de *Psaronius giganteus* encore en place et tenant au sol, on trouve en même temps des fragments de bois de *Cordaïte*, *d'Arthropitus*, de *Colpoxylon* (1). C'est vraisemblablement le sol d'une ancienne forêt carbonifère dont les arbres ont été silicifiés.

Dans certains cas, la silicification a donc dû se faire sur des végétaux encore enracinés, ces végétaux étaient ou émergés en partie ou complètement plongés dans l'eau, lorsqu'ils étaient en partie émergés, l'eau chargée d'une petite quantité de silice est montée par capillarité dans les parties vasculaires et perméables du tronc

(1) D'après la nature de ces fossiles qui sont les mêmes que ceux que l'on rencontre dans les gisements silicifiés d'Autun, on peut conclure que cette région du terrain houiller de l'Allier est contemporaine du terrain permien d'Autun.

déposant sur sa route la matière minérale retenue en partie par le tissu organique; une évaporation continuelle à la surface supérieure déterminait l'arrivée incessante du principe pétrifiant qui a fini par remplir la totalité des cellules et des vaisseaux emprisonnant ainsi la partie organique des parois.

Je possède des fragments de jeunes troncs de *Sigillaria xylina* silicifiés, dans lesquels la silice a exsudé et s'est solidifiée, sous la forme de gouttelettes, qui tapissent l'intérieur de l'étui médullaire dont la moelle avait déjà disparu; cette portion du tronc était donc hors de l'eau chargée de silice, lors de la minéralisation.

Si la plante était complètement plongée dans l'eau, lors même que cette dernière n'eût pas été saturée, la silice aurait pu se fixer dans le tissu, en vertu d'une action chimique que l'on a désigné, depuis longtemps sous le nom d'affinité capillaire, et qui comprend tous les faits que présente à l'observation, un solide qui s'unit à un gaz, à un liquide, ou enfin à un corps dissous, à la condition que le solide conserve sa forme apparente.

Les tissus organiques des végétaux submergés étaient dans ce dernier cas et c'était par une véritable sélection que la silice se déposait sur la paroi interne des cellules et des vaisseaux dont elle augmentait ainsi l'épaisseur. Souvent j'ai eu occasion de constater que les cellules et les vaisseaux présentaient encore un reste de cavité, les pores par où pouvait pénétrer la silice s'étaient vraisemblablement oblitérés, avant le remplissage complet.

Très souvent aussi les graines des magnas quartzeux de Saint-Étienne, qui sont entièrement noyées dans la silice, offrent, dans la cavité jadis occupée par le nucelle, une géode tapissée de cristaux; la cavité n'a pu finir de se remplir, la silice retenue par les cellules des enveloppes du testa, ayant rendu ces dernières complètement imperméables.

On a signalé (1) une sélection analogue qui avait dû se produire dans des bois en partie calcifiés, qui servaient de pilotis à un canal romain et trouvés dans des fouilles faites à l'établissement civil de Bourbonne-les-Bains. Aucune incrustation calcaire n'a été rencontrée

(1) *Comptes rendus de l'Institut*, 1875, M. Daubrée.

à proximité des bois calcarifiés, et c'est bien la matière ligneuse qui a retenu et concentré dans ses cellules, le carbonate de chaux amené par une infiltration lente, mais continue d'eau calcaire.

Quelquefois les plantes ont été conservées dans une argile blanche perméable; on peut constater alors que les parties du végétal qui ont persisté sont celles qui ont pu retenir la silice dissoute par l'eau imbibant l'argile; l'*Heteranguim paradoxum*, le *Lomatophloos crassicaule* de Corda se présentent sous ce mode de conservation, en dehors des parties organisées silicifiées et qui sont devenues très dures, l'argile contenue dans l'échantillon, mais qui n'a pas retenu de silice, est restée beaucoup plus tendre.

Ces exemples suffisent pour montrer que les plantes plongées dans des eaux minérales non concentrées, ou dans des grès, des argiles, à travers lesquels peuvent filtrer des eaux calcaires ou siliceuses, sont capables de se pétrifier en retenant par affinité la substance dissoute.

D'autres fois, les plantes arrachées de leur lieu de naissance ont été entraînées, et se sont accumulées pêle-mêle dans des étangs ou des lacs, dont les eaux étaient, en certains points, ou en totalité chargées de principes minéralisateurs.

Ces eaux ont non seulement pétrifié les débris végétaux de toute nature en vertu de la sélection dont nous venons de parler, mais ont fini, dans quelques cas, en s'évaporant et en se concentrant peu à peu, à la manière des eaux salées qui ont déposé dans diverses localités des couches de sel considérables, par souder entre eux cette masse de fragments de plantes fossilisées, et par former d'immenses bancs de silice remplis d'organes les plus variés.

Ce sont ces couches brisées à la suite des siècles, qui ont produit par leurs fragments ces rognons siliceux que l'on trouve dans les environs d'Autun, de Saint-Étienne, et plusieurs points du département de l'Allier, des Vosges, etc.

Les angles de ces fragments sont encore vifs et n'ont pas été usés, ce qui indique qu'ils n'ont pas été roulés et ne sont pas très éloignés du lieu où s'est formée la couche d'où ils proviennent. Souvent même, on rencontre des fragments qui appartenaient à la

surface supérieure du banc siliceux, car ils portent en relief et pour ainsi dire sculptés, des feuilles de fougère, des pétioles, des rameaux, des bouts de racines pétrifiés qui émergent de la pâte siliceuse. Ces reliefs fragiles auraient certainement été brisés, si le morceau dont ils dépendent avait été roulé au loin.

La température de l'eau qui dissolvait la silice ou le calcaire ne devait pas être très élevée et n'atteignait pas celle des Geysers, car la délicatesse des tissus conservés n'aurait pas supporté une semblable macération. On rencontre, en effet, de jeunes bourgeons floraux renfermant des rudiments de graines futures, des corpuscules dans l'endosperme conservé de graines plus développées, des anthères contenant des grains de pollen, des spores en voie de formation dans leur cellule-mère... Ces organes se seraient rapidement flétris ou détruits dans des eaux chaudes et geysériennes.

Si, d'un autre côté, les tissus ont pu résister pendant un temps très grand à la décomposition et à la pourriture, cela tient vraisemblablement à la nature antiseptique des eaux renfermant de la silice ou des silicates alcalins en dissolution.

Gœppert (1) a fait de nombreuses expériences afin d'arriver à pétrifier le tissu ligneux, il a essayé tour à tour des dissolutions de silicate de potasse, de sulfate terreux, d'acétates alcalins ou métalliques et de bien d'autres sels. « Les résultats, dit-il, sont d'autant « plus parfaits, que l'organe renferme plus de vaisseaux et de par- « ties poreuses, une macération de quelques jours est suffisante ; la « pétrification est accélérée en faisant succéder aux macérations « des dessiccations successives. Dans le cours de mes recherches, « j'ai remarqué que le *squelette inorganique* propre de la plante, « est la principale cause qui ménage la conservation de la forme « organique et constitue, en quelque sorte, la base autour de la- « quelle se disposent les matières employées dans les essais pré- « cités.

« Les dissolutions doivent être étendues, autrement on aurait « une incrustation analogue à celle des eaux pétrifiantes, c'est- « à-dire une croûte purement superficielle, comme celles que dépo-

(1) *Genre des végétaux fossiles*, Introduction.

« sent sur les objets qu'on y plonge, les eaux de Tivoli, de Tœplitz, « Saint-Allyre, etc... »

Malgré ses essais nombreux Goeppert n'a pu réussir à *silicifier* complètement les tissus ligneux ; cela tient à l'état pulvérulent et presque sans consistance que la silice prend, quand elle passe de l'état de dissolution à l'état solide. Il y a des composés chimiques siliceux qui laissent, il est vrai, la silice à l'état compact et cohérent ; mais, même lorsque celle-ci offre une certaine dureté, elle est encore complètement soluble dans une dissolution de potasse (1), tandis que celle qui emprisonne les débris de végétaux dans la nature, y est au contraire complètement insoluble, et agit sur la lumière polarisée comme la silice des granits ou des gneiss.

Il y a donc des conditions physiques et chimiques de dépôt non encore réalisées, peut-être devraient-elles être conduites lentement et pendant de nombreuses années pour avoir une réussite complète.

L'observation des couches formées par certaines sources minérales, qui accidentellement renferment quelques débris de végétaux, et l'examen de ces débris enfouis à diverses époques, conduiraient sans doute à se faire une idée juste de la manière dont la nature a opéré pour silicifier les végétaux dans tous les terrains.

Un grand nombre de sources renferment de la silice en dissolution et quelquefois en forte proportion : ainsi, sous le volume d'un litre, les eaux des Geysers contiennent 500 milligrammes de silice, les eaux de Toeplitz 330 milligrammes, celles d'Aix-la-Chapelle 66 milligrammes, et celles de la Manche seulement 16 milligrammes (2).

(1) Il en est de même de celle contenue dans l'épiderme des prêles, ou celle des graminées.

(2) Pour un litre les eaux de

Carlsbad × 73°		renferment	Vichy (Grille)	
CO^2	788^mmg		CO^2	908^mmg
NaO,CO^2	1262		$NaO\ 2CO^2$	4883
CaO,CO^2	309		$KO,2CO^2$	352
CaO,SO^3	2587		$CaO\ 2CO^2$	434
Na Cl	1038		MgO	303
Ca Fl	3,2		$NaO\ SO^3$	251
$Si\ O^3$	75		$3\ (NaO\ PhO^5)$	136
MgO	179		Na Cl	534
			SIO^3	70

Les expériences de Goeppert montrent que ce n'est pas à la source même, où le dépôt des matières minérales est abondant et la température élevée, que l'on devrait diriger les observations, mais bien plutôt à une certaine distance, là où la température est devenue normale et par conséquent le dépôt siliceux lent et régulier. Des échantillons fossiles recueillis en Islande et provenant des Geysers sont les uns formés de silice soluble, les autres, au contraire, de silice insoluble dans la potasse, mais le manque d'indication sur la position exacte qu'ils occupaient dans le dépôt siliceux, et de l'âge probable qu'ils peuvent avoir, ne permet pas de résoudre la question.

Quoi qu'il en soit, d'après ce qui précède, ce mode de pétrification des végétaux, consiste dans le remplissage par une matière solide d'abord dissoute (carbonate de chaux, silice, phosphate de chaux, etc.), de tous les vides laissés par les parois des cellules, fibres, vaisseaux qui les constituent.

Si donc on dissolvait cette matière incrustante, on devrait retrouver la matière organique; c'est ce que Goeppert a tenté pour certains bois silicifiés et carbonatés; en se servant d'acides fluorhydrique ou chlorhydrique étendus, il obtint en effet le squelette organique qui avait été préservé de la destruction par la matière environnante.

Mais, dans la plupart des cas, les fragments de bois ont été exposés depuis leur pétrification à l'action de l'oxygène libre ou dissous dans l'eau, et la plus grande partie de la matière organique a disparu; au lieu de se présenter avec une coloration brune ou noire, comme cela arrive quand la matière organique houillifiée est en proportion notable, ils sont blanchis, et cela d'autant plus complètement qu'ils ont été exposés plus longtemps à l'action comburante de l'oxygène.

La plupart des échantillons d'Autun, de Saint-Charles, de Saint-Hilaire, de l'étang des Messarges, etc., les troncs que l'on rencontre dans les grès du Lias, de la Craie, sont dans ce cas; aussi lorsqu'on en humecte légèrement la surface, l'eau pénètre rapidement dans l'intérieur par l'effet de la capillarité; mais, à l'inverse

de ce qui se passe dans un bois vivant, ce sont les parois mêmes des anciennes cellules et des vaisseaux qui, ayant disparu, donnent passage au liquide.

Ainsi les éléments de la matière organique n'ont pas été remplacés, comme on le dit souvent, molécule par molécule par celles de la matière pétrifiante, la masse des bois pétrifiés est essentiellement poreuse et les détails microscopiques n'y sont visibles, qu'à cause de l'air qui occupe actuellement la place des anciennes parois.

Dans les préparations de ces bois, on doit tenir compte de cette particularité, car les lames minces et transparentes nécessaires à leur étude anatomique sont généralement fixées sur des lames de verre au moyen de baume de Canada ; si le baume maintenu fluide pénètre la préparation, sa réfringeance étant à peu près celle de la silice, tous les détails disparaissent.

On obvie à cet inconvénient, en laissant la préparation immergée dans un bain colorant avant de la fixer définitivement; les parois vides des vaisseaux et des cellules retenant une certaine quantité de la teinture, apparaissent colorées au milieu du reste de la silice qui est demeurée transparente.

Il est arrivé quelquefois, après la disparition de la matière organique, que cette imbibition ultérieure s'est faite naturellement par l'introduction soit d'une autre substance, soit de la matière même qui a produit la pétrification primitive. Dans ce dernier cas, qui constitue l'état des échantillons complètement carbonatés ou agatisés, toute perméabilité a disparu ; les parois des éléments organiques ne sont plus guère visibles que grâce à la petite quantité de matière minérale qui constituait le squelette inorganique de ces éléments et qui a persisté.

Les échantillons des environs de Saint-Étienne, encore engagés le plus souvent dans un poudingue d'une très grande dureté, ont été préservés de l'action de l'oxygène, aussi se présentent-ils avec une coloration foncée. Mais, d'un autre côté, comme les fragments de végétaux sont noyés dans la masse siliceuse, on ne peut espérer y trouver des tiges ou fragments de tiges isolés présentant une surface avec des cicatrices caractéristiques, comme cela se

présente fréquemment dans les gisements d'Autun, et pourra se présenter dans ceux du département de l'Allier, il est clair que si le *Sagillaria elegans*, le *Sagillaria spinulosa* avaient été trouvés engagés dans les magmas de Saint-Étienne, leur détermination spécifique eût été impossible.

Cette différence entre les deux gisements provient sans aucun doute du mode de pétrification : à Autun, un grand nombre de végétaux ont dû être silicifiés quand ils étaient encore debout; depuis ils ont été entraînés, mais à une petite distance et recouverts par l'argilolithe et les grès dans lesquels on les rencontre maintenant dispersés.

A Saint-Etienne, au contraire, les végétaux entassés dans des marais ou le fond de valleés, ont été pétrifiés, puis soudés par la silice, dans un état de confusion si grand que Brongniart a comparé leur aspect à celui que présenterait une couche épaisse de terreau accumulé sur le sol d'une forêt et qui aurait été pétrifié en bloc.

Je me suis étendu avec quelques détails sur ce dernier mode de pétrification, parce qu'il fournira, grâce à la perfection avec laquelle il a conservé les parties les plus délicates des plantes, la solution d'un grand nombre de problèmes importants de botanique fossile.

C'est lui qui le premier a frappé les regards des naturalistes. Entre les mains de Sprengel, Cotta, Witham, Brongniart, Corda, Gœppert, Binney, Williamson, etc., il a déja fourni de merveilleux résultats et mis la Paléontologie végétale à même d'aborder des questions d'anatomie comparée avec une précision qu'on n'aurait pas osé espérer il y a peu d'années.

RÉCOLTE ET PRÉPARATION DES ÉCHANTILLONS.

Il est utile, pensons-nous, de dire quelques mots sur les procédés généralement suivis pour récolter et préparer les plantes fossiles conservées, soit à l'état d'empreintes et de moulages, soit à l'état carbonaté ou silicifié.

1° *Végétaux conservés à l'état d'empreintes.*

Si les végétaux se trouvent à l'état d'empreintes dans des rochers calcaires, des argiles durcies ou des grès, ils sont en général disposés suivant les plans de stratification des couches ; les recherches seront naturellement plus fructueuses dans les carrières où l'on exploite des bancs fossilifères, et où les travaux particuliers pour ces recherches spéciales seront moins coûteux ; les blocs, examinés avec soin, devront être fendus suivant le plan général de stratification, là où quelque extrémité de feuille, de rameau ou de tige décèle la présence de plantes fossiles. Il faut se rappeler que souvent les tissus altérés et charbonneux ont disparu et n'ont guère laissé que le moule de leur surface extérieure et que cette surface a été rendue plus ou moins fidèlement suivant la finesse de l'argile ou du sable, qui, en se déposant en même temps que la plante, l'a emprisonnée et plus ou moins comprimée.

Si les recherches se font dans des localités carbonifères, c'est autour des puits d'extraction de la houille, dans les déblais formés par les bancs schisteux et les grès qui accompagnent ce combustible en dessus et en dessous, et qui sont accumulés à l'orifice des puits que l'on doit porter son attention, la houille elle-même ne renfermant que très rarement des parties de plantes déterminables.

Si les blocs de grès ou de schistes ne présentent aucune empreinte à leur surface, en examinant avec attention leur tranche, des lignes noires brillantes indiquent souvent la présence de portions plus ou moins importantes de végétaux. On cherchera à diviser le bloc suivant ces bandes brillantes révélatrices, et après quelques essais on acquerra facilement le tour de main nécessaire pour fendre l'échantillon qui renferme la plante fossile ; ce plan est du reste généralement celui de moindre résistance, à cause des éléments charbonneux qui s'y trouvent.

On se gardera bien de débarrasser les surfaces devenues libres et qui portent l'empreinte de ces restes de houille, car ce sont les seuls éléments que l'on possédera pour déterminer la structure

interne de la plante, il arrive quelquefois que la loupe y décèle des différences de tissus permettant de reconnaître leur nature. Quelques parties nettoyées avec précaution suffiront pour donner une idée exacte des détails de la surface.

Les échantillons débarrassés sur place des parties trop lourdes ou trop encombrantes seront enveloppés avec soin dans plusieurs doubles de papier. S'ils doivent être emballés on aura la précaution, de les placer verticalement sur leur tranche serrés les uns contre les autres, de façon à éviter tout frottement pendant le transport.

Le paléobotaniste ne doit pas oublier de prendre, sur les lieux mêmes, tous les renseignements qu'il pourra se procurer, tels que la profondeur d'où viennent les échantillons, le nombre des couches de houille exploitées ou reconnues, leur importance, les dislocations qu'elles ont pu subir, etc.

Lui-même devra noter la fréquence ou la rareté des fragments se rapportant aux mêmes espèces ou aux mêmes genres. Sur ceux qu'il a mis de côté, il inscrira, au moyen d'un burin, le nom de la localité ou du puits avec cette indication : rare, commun, etc.

Lorsque les échantillons sont pyriteux, afin de prévenir une oxydation ultérieure, essentiellement préjudiciable à la bonne conservation des empreintes, on passera à leur surface à plusieurs reprises une éponge imbibée d'une dissolution de cire ou de paraffine dans la benzine ou l'essence de pétrole.

2° *Végétaux conservés dans les tufs calcaires.*

Si les végétaux, au lieu de se trouver entre les feuillets des schistes, ont été recouverts par des dépôts calcaires abandonnés par des eaux incrustantes, tel que cela se voit à Cannstadt, à Méximieux, Sézanne, etc., le travail de la récolte des échantillons devient plus laborieux, les blocs de tufs cassés avec une masse, puis débités en fragments moins volumineux à l'aide du marteau et du ciseau, laissent voir dans leur intérieur et dans tous les vides, le moule en creux des organes les plus variés ; ce sont, comme je l'ai dit plus haut, des moules de feuilles, de rameaux, de tiges, de fruits, de fleurs, conservés dans les moindres détails ; souvent ces

moules sont d'une netteté admirable. Mais on peut leur donner encore plus de réalité en faisant pénétrer sous pression dans leur intérieur du plâtre, du soufre fondu, de la cire, un alliage fusible. En dissolvant ensuite au moyen de l'acide chlorhydrique étendu et saturé de sulfate de chaux la roche calcaire, on obtient alors en relief les organes même les plus délicats, tels que fruits en grappe, fleurs ornées de tous leurs pétales et de toutes leurs étamines.

Dans le cas où la présence des plantes fossiles ne serait indiquée que par quelques cavités ou quelques vides indéterminables, on emploiera de préférence la cire blanche légèrement durcie au moyen d'une résine, et maintenue en fusion, sous le récipient d'une machine pneumatique, jusqu'à ce qu'elle ait pénétré dans toutes les cavités. Après la dissolution du calcaire dans l'acide faible, on obtiendra souvent des moulages en relief les plus inattendus.

3° *Végétaux conservés dans la silice.*

Lorsque les plantes ou leurs débris ont été conservés par la silice ou le carbonate de chaux et de fer, dans quelques cas on peut juger de leur surface extérieure restée libre (ex. *Sigillaria elegans*, *S. spinulosa*, *Stigmaria ficoïdes*, etc., etc.) ; mais le plus ordinairement ils sont complètement entourés de cette substance, et ce n'est que par des coupes bien dirigées et des préparations rendues suffisamment minces pour être transparentes que l'on peut en faire une étude satisfaisante.

Nous donnerons quelques détails sur ce genre de travail trop peu exécuté en France, malgré les bons résultats que l'on en retire.

Les échantillons silicifiés se rencontrent en fragments épars, soit dans des poudingues (Saint-Etienne) soit à la surface des champs cultivés (Autun, Saint-Charles, Ygrande) rarement ils sont encore en place comme à Saint-Hilaire, Nau, Marigny (Loire).

Les sciages de la silice sont longs et pénibles ; on s'attachera donc à préparer seulement les échantillons, que la loupe aura montrés comme étant d'une bonne conservation.

Après avoir fait un trait à l'encre pour indiquer le plan de la

section, on place l'échantillon sur le gâteau *g* (*fig.* 1, pl. A.) adhérent au disque *a*; ce dernier peut tourner sur lui-même à frottement doux, au moyen des leviers croisés *b*. Le tout est fixé dans la rainure d'une lame de fer *h* (partie supérieure de la figure 2) au moyen de l'écrou *o* de manière à rendre l'échantillon solidaire du chariot *a u* (*fig.* 1 et 2) ; ce dernier peut se rapprocher ou s'éloigner du disque *d* en glissant sur les rails *r'*), par conséquent l'échantillon convenablement placé présentera le trait qui indique le plan de la section à la circonférence du disque, celui-ci est mu par la manivelle M (*fig.* 2) ; en tournant il entraîne de la boue d'émeri contenue dans l'auge *a u*, et finit par couper l'échantillon qui peut tourner sur lui-même au moyen des leviers croisés *b* (*fig.* 2). Après une première section, en déplaçant l'échantillon perpendiculairement au plan du disque, dans la rainure de la lame *h* (*fig.* 2) on en peut obtenir une deuxième. La lame détachée est plus ou moins épaisse suivant le déplacement qu'on a fait subir à l'échantillon.

Les sections ainsi obtenues, sont trop épaisses pour être examinées au microscope, il suffit après les avoir collées sur une lame de verre de les user. Sur le tour A (*fig.* 3) ; *d* est un disque mobile à rebords verticaux dans lequel on place de l'émeri de plus en plus fin à mesure que les préparations deviennent plus minces.

Quand la préparation est devenue assez transparente on la recouvre d'une lamelle de verre maintenue au moyen de baume de Canada, mais seulement après l'avoir plongée pendant quelque temps dans un bain colorant, pour éviter que la pénétration du baume n'en fasse disparaître les détails.

CHAPITRE PREMIER

Afin de pouvoir plus facilement mettre à profit, les notions préliminaires qui précèdent, dans le nombre déjà immense de plantes qui ont été signalées à l'état fossile, nous choisirons de préférence un groupe de végétaux qui possède encore actuellement des représentants vivants, relégués il est vrai dans les régions tropicales, ou sub-tropicales, c'est celui des Cycadées ; mais cette dernière circonstance est en quelque sorte favorable à notre but, qui est de faire connaître quelques plantes du passé, en prenant comme point de départ celles que nous avons sous les yeux.

En effet les Cycadées, par les conditions de vie où elles se plaisent, doivent se rapprocher davantage des conditions dans lesquelles ont été placées les plantes anciennes qui ont précédé de beaucoup notre époque ; on peut donc espérer les suivre plus longtemps à travers les siècles, et par conséquent pouvoir étudier les modifications que certains organes importants ont dû subir à mesure que la vie devenait un peu plus difficile pour elles.

D'un autre côté, les Cycadées forment un groupe pour ainsi dire isolé dans le règne végétal, possédant des caractères nettement tranchés, circonstance qui permettra de les appliquer plus sûrement à un certain nombre de plantes fossiles quand ces caractères se rencontreront dans leur organisation.

Nous allons en conséquence résumer les caractères principaux de ce groupe.

CYCADÉES.

Les Cycadées vivantes peuvent être considérées comme formant deux familles — l'une avec les genres *Cycas* et *Stangeria*, l'autre

avec les nombreux genres *Zamia*, *Dioon*, *Encephalartos*, *Macrozamia*, *Bowenia*, etc...

Ce sont des plantes vivaces, à tronc cylindrique épais, de taille faible ou médiocre, rarement divisé à sa partie supérieure, quelquefois bulbiforme.

Elles sont dispersées par petits groupes sur de grands espaces, chacun de leur genre étant pour ainsi dire cantonné dans une région particulière. On les rencontre au sud des États-Unis, en Australie, le midi du Japon, l'Afrique australe, dans les archipels des côtes de l'Océan indien. Elles s'avancent en Amérique jusqu'aux Florides et en Australie jusqu'au 38°. Elles croissent surtout sur les pentes montagneuses ou dans les sables humides, à l'abri d'autres végétaux qui permettent la venue des jeunes plans dont l'accroissement est très lent.

L'intérieur de la tige est occupé par une large moelle qu'entoure un cylindre ligneux simple ou formé de plusieurs anneaux concentriques eux-mêmes composés alternativement de bois et de liber; dans les vieux troncs de Cycas ces anneaux sont assez nombreux, dans un de ces troncs venant du Japon et dont le diamètre est de 52 centimètres leur nombre atteint le chiffre de 22 (1).

L'accroissement des troncs de Cycadée, en hauteur et en diamètre est très lent, et il faut souvent plusieurs années pour former un de ces anneaux ligneux dont il vient d'être question.

Les lames vasculaires qui composent les anneaux ligneux sont séparées par de larges rayons médullaires limités par les anastomoses que ces lames forment entre elles, vers la moelle elles sont composées de trachéides spiralées et annelées plus en dehors, d'éléments rayés ou scalariformes ; enfin à l'extérieur les trachéides portent sur leurs faces latérales plusieurs rangées de ponctuations aréolées, dont le pore central est allongé et de forme elliptique, la fente étant oblique (*fig.* 2 et 3, *pl.* 2).

Les anneaux ligneux, surnuméraires et extérieurs, quand ils existent, sont uniquement formés de trachéides ponctuées et de

(1) Cet échantillon se trouve dans les galeries de botanique du Muséum.

liber. Miquel (1) a étudié leur mode de formation et leur disposition dans une tige de *Cycas circinalis*, et montré leur dépendance.

En dehors du bois se trouve une couche corticale parenchymateuse très épaisse relativement au diamètre du cylindre ligneux quand la tige est jeune, mais qui diminue en quelque sorte, d'importance à mesure que du nouveau bois cortical s'ajoute au cylindre ligneux primitif.

Mettenius (2) a fait connaître avec détails, les faisceaux vasculaires composés de trachéides rayées, qui parcourent horizontalement en forme de ceinture, l'écorce des jeunes tiges et ceux qui descendent verticalement (*fig.* 4, 5 et 6, *pl.* 2). L'ensemble forme en s'anastomosant, un réseau remarquable (*fig.* 6) au milieu du parenchyme cortical. Les bases des pétioles reçoivent un certain nombre de cordons vasculaires, soit des faisceaux horizontaux (*fig.* 4, *pl.* 2), soit de ceux qui sont verticaux (*fig.* 5). Le parenchyme cortical est également parcouru par un nombre considérable de canaux gommeux.

Très souvent la surface des tiges reste recouverte par les bases des pétioles persistantes (coussinets) qui, par leur réunion et un accroissement *propre* ultérieur, forment une enveloppe épaisse et continue.

Ce phénomène d'accrescence qui se produit tout aussi bien en hauteur et en largeur, que dans le sens diamétral, a été signalé et décrit par M. de Saporta (3) et se retrouve fréquemment dans les tiges fossiles. Souvent il se développe entre ces bases de feuilles, des lames de liège qui, en remplissant tous les intervalles, rendent la surface extérieure lisse et unie (*Cycas circinalis. Stangeria*).

Les cicatrices extérieures, laissées par la chute des feuilles, sont rhomboïdales, plus larges que hautes, et on y distingue facilement les traces de nombreux faisceaux vasculaires qui pénétraient dans la feuille. Intérieurement dans la partie du coussinet qui a subi l'accrescence, ces faisceaux se sont eux-mêmes allongés et ont suivi son développement *v'* (*fig.* 6, *pl.* 9).

(1) *Ueber den Bau eines Stammes von Cycas circinalis Linnæa*, t. XVIII, p. 125.
(2) *Beitrage* zur *Anatomie der Cycadeen*. Leipzig, 1860.
(3) *Paléontologie française*, terrain jurassique, 2e série, p. 9 et suivantes.

Les feuilles sont pinnées, rarement bipinnées comme dans le genre *Bowenia;* les folioles, généralement persistantes, sont insérées sur toute leur largeur, ou rétrécies à la base qui est alors calleuse.

Dans les Cycas (*fig.* 4, *pl.* 1), les folioles sont parcourues par une nervure médiane unique. Dans les *Stangeria*, des nervures de second ordre prennent naissance à droite et à gauche sur les côtés de la nervure médiane et se dirigent vers les bords sous un angle assez ouvert en se bifurquant une ou plusieurs fois.

Dans toutes les Zamiées, les nervures nombreuses à partir de la base de la feuille sont égales et marchent parallèlement entre elles en restant simples ou en se bifurquant (*fig.* 5, *pl.* 1).

Dans les *Bowenia*, à feuilles bipinnées, les nervures s'anastomosent dit-on quelquefois entre elles, l'exemplaire des serres du Muséum ne présente pas de trace de ces anastomoses.

La consistance des feuilles est coriace, leur bord uni, quelquefois denté, ou muni de piquants. (*Encephalartos*) à l'extrémité.

Chaque génération de feuilles est précédée d'une génération d'écailles persistantes qui protègent le jeune bourgeon, et qui laissent sur la tige des cicatrices larges, mais peu épaisses ; ces bases d'écailles sont également douées d'accrescence et forment des anneaux plus ou moins apparents alternant avec ceux laissés par les bases des pétioles (1).

Les *Macrozamia*, dont les frondes se développent une à une, sont dépourvus d'écailles gemmaires, la base des frondes est seulement garnie d'une abondante filasse.

La vernation est tantôt entièrement circinée (*Cycas*), tantôt à moitié circinée, c'est-à-dire que les folioles restent droites, le rachis seul étant recourbé (*Zamia*, *Cératozomia*), érigée pour le rachis et les pinnules (*Encephalartos*, *Dioon*).

La longueur des frondes varie de quelques décimètres à deux mètres et plus (*Encephalartos*, *Ceratozomia*).

La structure anatomique des feuilles offre quelques particu-

(1) *Voir* le Frontispice.

larités intéressantes et sur lesquelles divers savants ont appelé l'attention. MM. Mettenius (1), Kraus (2), van Tieghem (3), à diverses époques en ont fait connaître les détails.

La figure 1 de la planche 3 représente une coupe transversale d'une portion de feuille d'*Encephalartos horridus.*

Au-dessous de l'épiderme formée d'une rangée de cellules se trouve une couche plus ou moins épaisse et continue de tissu hypodermique qui détermine la consistance coriace et résistante de la feuille. Puis vient l'assise de cellules en palissade composée de un ou deux rangs de cellules recouvrant le parenchyme de la feuille, ce parenchyme est parcouru par les cordons vasculaires qui forment les nervures.

Ces cordons sont composés de deux parties, l'une *d* tournée du côté de la face supérieure de la feuille, l'autre *e* qui lui est opposée.

La première contient des trachéides réticulées et poreuses, disposées *sans ordre,* dont les plus grêles, les premières formées sont placées vers le bas tandis que celles dont la lumière est le plus grand, sont tournées vers la partie supérieure. L'accroissement de cette partie du cordon s'est donc fait de bas en haut, ou en supposant la feuille redressée parallèlement à la tige, en direction *centripète* par rapport à l'axe de cette tige.

La deuxième partie du cordon foliaire composée de trachéides réticulées et ponctuées disposées en *séries rayonnantes* s'est développé en sens contraire de la première de haut en bas, ou en direction *centrifuge* par rapport à l'axe de la tige. Pour abréger nous désignerons dans la suite, la première partie, portion centripète du cordon foliaire et la deuxième, portion centrifuge.

Entre ces deux portions du cordon foliaire se trouvent les éléments spiralés, tantôt en contact, tantôt séparés par quelques cellules à minces parois.

La partie libérienne de la portion centrifuge du cordon foliaire est représentée par quelques cellules grillagées.

Autour du cordon foliaire il existe souvent un cercle complet ou

(1) *Loc. cit.*
(2) Pringsheim (1864-1865).
(3) *Annales des Sciences naturelles,* 5e série, t. XVI.

interrompu de cellules scléreuses ou protectrices dont quelques-unes, comme en *n*, ont la portion de parois tournées du côté interne plus épaissie que celle du côté externe et canaliculée. La partie libre des écailles gemmaires possède également des cordons vasculaires formés de deux parties et de même que dans les pinnules des frondes, la portion *centripète* devient prédominante à l'extrémité.

Souvent des canaux à gomme existent dans le parenchyme de la feuille, ils accompagnent seulement les nervures médianes dans les *Stangeria*, se trouvent placés au-dessus de chaque faisceau dans les *Dioon*, au milieu de l'intervalle de chacun d'eux dans les *Encephalartos* ou manquent comme dans les *Bowenia*.

Le parenchyme inférieur de la feuille est lacuneux, limité en dessous par une mince couche de tissu hypodermique et par l'épiderme dans lequel on distingue les ouvertures de nombreux stomates.

La structure double reconnue dans les faisceaux des folioles persiste dans ceux des pétioles (*fig.* 2, *pl.* 3), et on peut la suivre jusqu'à leur base. — La portion accrescente corticale ne présente pas cette particularité, qui ne se trouve plus dans aucune partie de la tige.

Les fleurs des Cycadées sont dioïques, l'inflorescence mâle se montre toujours sous la forme d'un cône, ou d'un gros chaton allongé (*fig.* 6 et 9, *pl.* 1), dont les écailles imbriquées portent des étamines sessiles sur leur face inférieure.

Les loges sont ovoïdes, globuleuses ou bivalves, disséminées sur toute la surface de l'écaille (*fig.* 7 et 8, *pl.* 1), ou réunies en deux groupes latéraux (*fig.* 10 et 11).

Souvent la pression des écailles les unes contre les autres détermine le moulage des anthères sur leurs faces supérieure et inférieure, de sorte que ces dernières paraissent contenues dans autant de petites cavités.

Les inflorescences femelles se présentent sous deux formes différentes ; les ovules sont insérés sur les bords de feuilles épaisses, charnues, laciniées et recouvertes d'un duvet serré, chez les Cycas.

Dans les Zamiées l'inflorescence se présente sous la forme d'un

cône composé d'écailles, dont l'extrémité se dilate en forme de disque qui porte à la face inférieure deux graines.

Les cordons vasculaires qui parcourent l'axe du cône et les pédicelles des écailles sont simples, mais dans les corpophylles des Cycas, dans la partie de l'écaille qui peut être considérée comme limbaire dans les cônes mâles, et au-dessus de la zone d'insertion des ovules (partie dilatée en disque) dans les écailles femelles, chez les Zamiées, le cordon vasculaire devient double, et se conduit comme dans les feuilles proprement dites.

Les graines qui dans certaines espèces atteignent souvent des dimensions considérables, ont un périsperme généralement charnu et un noyau ligneux solide.

Les ovules sont orthotropes dressés, le sommet du nucelle est *toujours* creusé par une cavité (chambre pollinique) (*c p*, *fig.* 7 et 8, *pl.* 3) (1), destinée à recevoir et à conserver plus ou moins longtemps les grains de pollen qui y pénètrent par un canal généralement plus développé chez les *Zamiées* que chez les *Cycadées*.

Les ovules ont un double système de faisceaux, l'un extérieur par rapport au noyau ligneux, l'autre qui lui est intérieur.

Le premier système composé de deux faisceaux latéraux symétriques, ou d'un plus grand nombre, mais alors disposés en cercle, s'élève jusque dans le voisinage du micropyle.

Le système intérieur après avoir pénétré dans le noyau se distribue à la base du nucelle qu'il embrasse en s'irradiant dans la région où ce dernier est soudé au tégument, mais ne s'élève pas au delà.

Chacun des cordons vasculaires, tant du premier système que du second, est *simple* dans sa structure.

On a signalé (2) dans quelques espèces de Cycadées un fait important, c'est celui de la formation de l'embryon seulement, après que les graines ont été semées; jusque-là dans leur intérieur il ne

(1) Ces figures représentent les préparations où pour la première fois la chambre pollinique a été reconnue dans les graines vivantes, après avoir été découverte par M. Brongniart dans les graines fossiles.

(2) E. Warming, *Recherches et remarques sur les cycadées* (*Bulletin de la Société botanique de France*, 1877).

s'est formé que le tube proembryonnaire, malgré la pénétration des grains de pollen dans la chambre pollénique plus de cinq mois auaravant.

La plupart des graines fossiles trouvées dans les silex d'Autun et de Saint-Étienne n'ont jamais présenté jusqu'ici, aucune trace d'embryon, et cependant souvent on peut constater la présence de corpuscules, celle de grains de pollen dans la chambre pollinique, et les cellules de l'endosperme. Le fait particulier observé par M. Warming pourrait avoir été un fait presque général à l'époque houillère.

Les racines des *Cycadées*, présententles mêmes caractères, essentiels que celles des *Conifères*, soit dans leur période primaire, soit dans leur développement secondaire.

Les lames de bois primaire sont variables en nombre, 2 pour l'*Encephalartos horridus*, *d* (*fig.* 4, *pl.* 3), 3 dans le *Cycas ruminiana* (*fig.* 3, *pl.* 3), 6 dans le *Zamia muricata*, etc...; elles sont généralement peu développées, et souvent ne se rejoignent pas au centre de la racine.

Le bois secondaire de la racine présente d'après M. Van-Tieghem deux formes successives de vaisseaux, les premiers formés, semblables aux primitifs, sont disposés en deux groupes près des lames primaires, les seconds composés de vaisseaux ponctués à plusieurs rangées de ponctuations forment toute la masse ligneuse extérieure.

Souvent en dehors des faisceaux primaires, il ne se développe que de larges rayons parenchymateux *c* (*fig.* 3, *pl.* 3), de sorte que les faisceaux ligneux secondaires demeurent séparés par ces lames parenchymateuses, d'autres fois ces faisceaux se réunissent et forment un anneau ligneux continu comme dans les Conifères.

Lorsque les troncs de Cycadées éprouvent un arrêt dans leur végétation ou que leurs racines se trouvent gênées dans leur développement, il se produit à leurs extrémités des appendices en forme de lames, quelquefois dichotomes (*fig.* 6, *pl.* 3), ou en forme de mamelons arrondis et bothryoïdes (*fig.* 5).

Ces appendices ont une structure parenchymateuse et sont par-

courus par des lames de bois primaire, variables en nombre, et qui se dédoublent à de courts intervalles pour donner des branches dans les différentes subdivisions de ces appendices.

Le tissu parenchymateux est rempli de matières amylacées et gommeuses, ce ne sont plus des organes d'absorption, mais des dépôts de matières nutritives semblables à celles qui remplissent une grande partie de la tige.

Les Cycadées peuvent se reproduire autrement que par graine; souvent il arrive que vers la base des tiges près des racines, à l'aisselle des anciens résidus de pétioles, il se développe des bourgeons auxquels on a donné le nom de bourgeons radicaux et qui représentent de véritables bulbilles. D'autres fois des bourgeons adventifs se développent latéralement, à l'aisselle des bases de pétioles, s'ils sont détachés et mis en terre ils reproduisent la plante, s'ils restent attachés à la tige, ils peuvent simuler une branche latérale ou une dichotomie.

Un autre mode curieux de reproduction consiste dans la propriété que possède une rondelle fraîche de Cycas d'émettre, lorsqu'elle est enterrée, une série de bourgeons adventifs. Une rondelle de Stangeria (1), coupée en quartier peut même donner naissance sur chacun d'eux, à un bourgeon, se développant sur la face *interne* du cylindre ligneux, c'est-à-dire du côté de la moelle.

(1) Observation de M. Houllet, directeur des serres au Muséum.

CHAPITRE II

Les caractères les plus saillants tirés de l'organisation générale des *Cycadées* vivantes et qui ont été observés dans un certain nombre de plantes fossiles sont :

1° L'existence de faisceaux vasculaires formés de deux parties distinctes juxtaposées et à développement inverse, l'un centripète et l'autre centrifuge, tantôt limité aux feuilles seulement, tantôt s'étendant *jusque dans la tige* pour certains fossiles ;

2° La nature homogène du système ligneux du tronc, toujours formé de trachéides, sans vaisseaux véritables ;

3° L'existence fréquente d'anneaux ligneux surnuméraires ;

4° La présence de cicatrices régulièrement disposées, laissées par la chute des feuilles et l'accrescence des résidus pétiolaires ;

5° Le mode de nervation des feuilles et leur consistance coriace ;

6° La disposition et la structure des inflorescences mâle et femelle ;

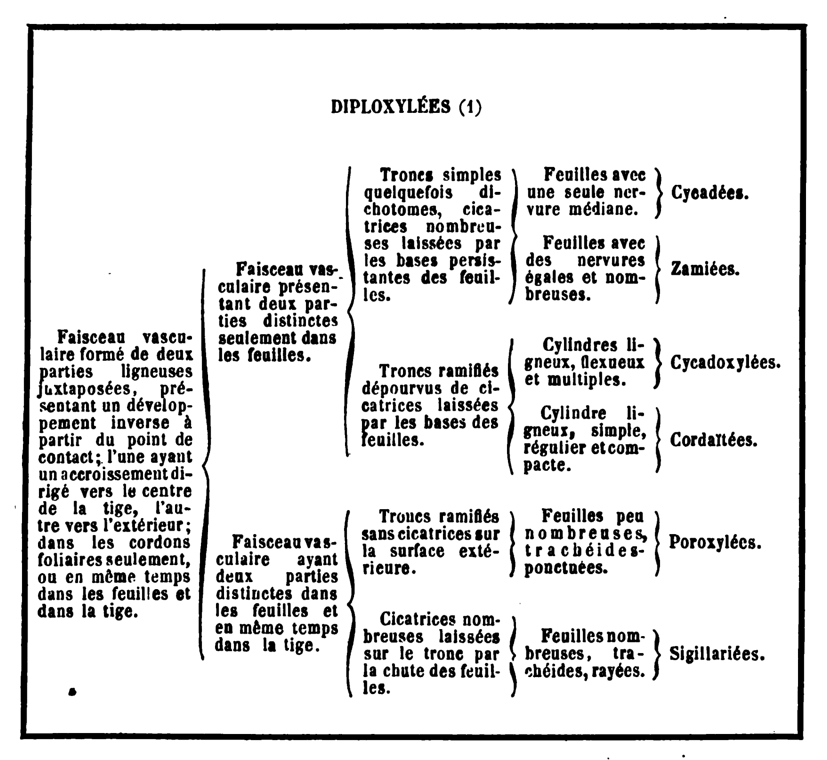
7° Enfin l'organisation des graines, qui offrent toujours comme nous l'avons vu, une chambre pollinique et un double système vasculaire, dont l'un appartient à la partie commune du tégument interne et du nucelle, et l'autre au tégument externe.

On a groupé dans le tableau suivant un certain nombre de familles qui présentent chez leurs représentants la plupart des caractères généraux que je viens de rappeler.

Il est utile peut-être de faire remarquer que l'on aurait tort de faire, des Cordaïtes, ou des Sigillaires, par la seule raison que quelques caractères de valeur leur sont communs, des Cycadées proprement dites. Mais d'un autre côté nous devons recueillir avec soin tous les faits importants qui se présentent, et qui peuvent rattacher entre elles, des plantes si éloignées de nous, et perdues dans le passé.

L'étude comparée de certains organes importants observés simultanément chez des individus répartis dans une suite de siècles aussi grande, ne peut manquer d'être féconde en résultats et de donner des notions exactes sur les moyens qu'a employés la nature pour perfectionner successivement les individus qui ne sont qu'une réunion d'organes équilibrés et en harmonie.

L'ordre que nous suivons pour l'étude des différentes familles inscrites dans ce tableau, sera celui même de leur classement, nous choisirons dans ces familles les genres principaux, et parmi ces genres quelques espèces, les mieux connues.



DIPLOXYLÉES (1)

Faisceau vasculaire formé de deux parties ligneuses juxtaposées, présentant un développement inverse à partir du point de contact; l'une ayant un accroissement dirigé vers le centre de la tige, l'autre vers l'extérieur; dans les cordons foliaires seulement, ou en même temps dans les feuilles et dans la tige.	Faisceau vasculaire présentant deux parties distinctes seulement dans les feuilles.	Troncs simples quelquefois dichotomes, cicatrices nombreuses laissées par les bases persistantes des feuilles.	Feuilles avec une seule nervure médiane.	Cycadées.
			Feuilles avec des nervures égales et nombreuses.	Zamiées.
		Troncs ramifiés dépourvus de cicatrices laissées par les bases des feuilles.	Cylindres ligneux, flexueux et multiples.	Cycadoxylées.
			Cylindre ligneux, simple, régulier et compacte.	Cordaïtées.
	Faisceau vasculaire ayant deux parties distinctes dans les feuilles et en même temps dans la tige.	Troncs ramifiés sans cicatrices sur la surface extérieure.	Feuilles peu nombreuses, trachéides ponctuées.	Poroxylées.
		Cicatrices nombreuses laissées sur le tronc par la chute des feuilles.	Feuilles nombreuses, trachéides, rayées.	Sigillariées.

(1) Le mot Diploxylée (διπλος, χυλον — double bois) fait allusion à la double constitution des cordons vasculaires, soit dans les feuilles, soit dans les tiges.

Ire FAMILLE

CYCADÉES.

Plantes arborescentes, rarement divisées au sommet, feuilles pinnées, le rachis et les folioles ayant une vernation circinée, pinnules linéaires, lancéolées, aiguës au sommet, convexes en dessus, parcourues par une nervure saillante. Ecailles gemmaires, ovales, lancéolées, épaisses, garnies de poils nombreux.

Les inflorescences mâles sont strobiliformes, les anthères placées sur la face inférieure des écailles, par groupe de deux, trois et quatre.

Les inflorescences femelles se présentent sous la forme de feuilles transformées, pétiolées, parcourues par une nervure médiane, épaisses, charnues, recouvertes d'un duvet épais, dentées plus ou moins profondément sur les bords, les ovules sont placés dans les échancrures (*fig.* 7, *pl.* 2).

Ces plantes, comme nous le savons, habitent les régions chaudes ou tropicales de l'Asie, des îles de l'Océanie, à Madagascar ; aucune n'a encore été rencontrée en Amérique.

Les espèces vivantes connues sont peu nombreuses et se rangent dans les genres *Cycas* et *Stangeria*.

Les espèces fossiles ne forment qu'un seul genre; cependant si les *Nilssonia* devaient être regardés comme des frondes de *Cycadées* et non de *Fougères*, certaines espèces pourraient peut-être être rapprochées des *Stangeria*.

G. CYCADITES (Sternb.) Brngt (1).

Frondes probablement persistantes, vernation circinée. Pin-

(1) Les lecteurs pourront recourir, pour une étude plus approfondie, au travail considérable de M. De Saporta sur les Cycadées du terrain jurassique (*Paléontologie française*, 2e série, végétaux) qui m'a servi de guide précieux pour ces leçons.

nules adhérentes par toute leur base, étroites, insérées sur les côtés des rachis, uninerviées.

Les frondes sont régulièrement pinnées, pétiolées. Les pinnules persistantes, linéaires sont rétrécies à la base, terminées en pointe, la nervure médiane est saillante.

Le parenchyme de la feuille s'étendait peu, à droite et à gauche de la nervure médiane, et sous ce rapport les *Cycadites* fossiles se rapprochent plus du *Cycas revoluta* que des *Cycas circinalis*, *ruminiana* où ce parenchyme est plus développé.

Le genre *Cycadites* commence à se montrer dans le calcaire houiller de Bothwaltersdorf en Sibérie, si le *Cycadites taxodinus* de Gœppert appartient bien à ce genre.

Les *Cycadites* se multiplient dans le Rhétien et le Lias inférieur, on les retrouve dans l'Oolithe, le Wealdien et le Néocomien, on ignore encore le moment où elles ont disparu de notre continent. Il est vraisemblable que dans les formations postérieures au Néocomien, dans les régions tropicales on retrouvera les espèces formant le passage entre les Cycadées jurassiques et crétacées, et celles qui vivent encore dans les mêmes régions.

Parmi les *Cycadites* fossiles, je me bornerai à citer les espèces suivantes.

1° *Cycadites Lorteti* Sap (*fig.* 1, *pl.* 4).

Frondes développées, robustes, rachis épais, plat, ou faiblement convexe, pinnées, les pinnules linéaires un peu atténuées inférieurement, aiguës, sont insérées obliquement sur le rachis le long d'une rainure, par leurs bases dilatées décurrentes et soudées. La nervure médiane large, sensiblement plane n'est bordée que par une étroite bande de parenchyme.

Les pinnules larges de 4 à 5 millimètres peuvent atteindre 1 décimètre de longueur. Les frondes de cette espèce devaient atteindre d'assez fortes dimensions si l'on en juge d'après l'ensemble de ce qui est resté à l'état d'empreinte.

Elles se rencontrent dans le gisement du lac d'Armaille, près de Belley (Ain), dans la partie inférieure du Kimméridgien.

2° *Cycadites rectangularis*, Brauns (*fig.* 2, *pl.* 4).

Frondes pinnées, pinnules linéaires aiguës de 6 à 7 centimètres de longueur sur 2 à 3 millimètres de largeur, opposées, insérées sur le rachis sous un angle droit, les pinnules sont presque contiguës sessiles.

Cette espèce peut être considérée comme le type du genre. La dimension des frondes et des pinnules est inférieure à celle de l'espèce précédente.

On rencontre cette espèce dans le grès rhétique du Fallstein près de Seinstedt, dans le Lias inférieur de Hettange (Moselle).

3° *Cycadites taxodinus*, Goeppert (*fig.* 3, *pl.* 4).

Frondes de petite dimension. Pinnules étroites, linéaires, aiguës, rapprochées, insérées obliquement sur un rachis très épais, légèrement contractées à la base et parcourues par une nervure médiane, saillante et dilatée inférieurement, la longueur des pinnules n'atteint que 12 ou 15 millimètres.

Loc. Cette espèce se rencontre dans les schistes de Rothwaltersdorf (niveau du calcaire houiller), près de Silberberg, en Silésie.

Si de nouvelles recherches ne viennent pas infirmer les conclusions suivantes, on peut admettre que les Cycadites ont commencé de bonne heure, et par des espèces de taille extrêmement réduites comme feuillage, peu à peu les frondes ont atteint les dimensions que l'on rencontre dans les Cycas actuels.

Il se rencontre à l'état fossile d'autres organes que des frondes, et qui peuvent être rapportés à des *Cycadites*, nous citerons les genres suivants.

G. Androstrobus, Schimper.

Ce sont des strobiles cylindriques avec des écailles imbriquées portant à leur face inférieure des sacs polliniques, nombreux et sessiles.

1° *Androstrobus Balduini* Sap. (*fig.* 5, *pl.* 4).

Strobile de 20 centimètres de longueur environ, sur 3 à 4 de largeur, les écailles qui portent le pollen sont disposées en spirale et leurs faces portent en creux l'impression laissée par les anthères. Elles sont coriaces, rhomboïdales, allongées transversalement et portées par un axe épais et solide.

Ce strobile se rapproche plus de ceux des Cycadées que des cônes mâles de Zamiées.

Loc. Il a été rencontré aux environs d'Etrochey, près de Châtillon-sur-Seine, dans le Bathonien supérieur ou Cornbrash.

G. Cycadospadix, Schimper.

Ces feuilles fructifiées et qui représentent sans aucun doute les supports des graines de Cycadées se présentent sous la forme de lames coriaces, longuement pétiolées, amincies vers les bords, ovales, lancéolées, ou irrégulières, dentées ou découpées en lanières la plupart rigides. Les bords latéraux portent des échancrures dans lesquelles se trouvent les cicatrices laissées par les ovules ou les graines.

1° *Cycadospadix Hennoquei.* Schimp. (*fig.* 6 et 8, *pl.* 4).

Lame épaisse sensiblement triangulaire, presque pédicellée, terminée supérieurement en pointe plus ou moins tronquée, laciniée sur les bords supérieurs, les lanières sont droites et rigides, plus développées vers le sommet de la lame que sur les bords latéraux inférieurs. Son milieu est parcouru par une nervure saillante d'où partent vaguement des nervures secondaires qui se dirigent vers les dentelures; deux cicatrices latérales correspondent à l'insertion des ovules. Dans l'échantillon figuré, on a supposé en place ces deux ovules.

Loc. Ce *Cycadospadix* est peut-être l'inflorescence du *Cycadites rectangularis* avec lequel il se rencontre dans l'Infra-lias d'Hettange.

2 *Cycadospadix Moraeanus*, Schimp. (*fig.* 7, *pl.* 4).

Cette espèce ne se présente plus sous la forme d'une lame triangulaire à pointe dressée, comme l'espèce précédente, mais sous celle d'une expansion elliptique allongée transversalement, le bord supérieur porte des laciniures linéaires qui paraissent manquer sur les bords inférieurs. Ce Cycadospadix est longuement pédicellé, et sur le pédicelle légèrement dilaté à sa partie supérieure, se montrent les cicatrices de trois paires d'ovules, la première se trouve immédiatement au-dessous de l'expansion, les deux autres sont placées le long de la partie allongée du spadix.

Cette espèce a été trouvée à Sommedieu, près de Saint-Mihiel (Meuse), dans l'étage corallien.

Cycadospermum Hettangense (Schimper) Sap. (*fig.* 9, *pl.* 4).

Il est probable que cette graine est celle du *cycadospadix Hennoquei*, par conséquent celle du *cycadites rectangularis* trouvé dans l'infra-lias d'Hettange, d'après M. de Saporta.

Cette graine mesure 15 à 17 millimètres de longueur et 5 à 6 millimètres de largeur ; sa surface est marquée de légers sillons et de ponctuations et présente une carène latérale qui fait le tour de la graine. On distingue sur le côté qui correspond à la base les vestiges d'une cicatrice assez peu marquée du point d'attache.

Loc. Cet échantillon a été trouvé dans les grès d'Hettange (Moselle), Lias inférieur.

CHAPITRE III

2e FAMILLE

ZAMIÉES.

Plantes moins développées en hauteur que les Cycas. Feuilles pinnées, rarement bipinnées (Bowenia). Feuilles ou pinnules quelquefois insérées sur le rachis par toute leur largeur, le plus souvent rétrécies à leur base qui parfois est pédicellée, ou munie d'une callosité, lancéolées, aiguës, obtuses, rarement ovales, bords entiers ou largement dentés et munis d'aiguillons, épaisses, coriaces, parcourues par des nervures fines, nombreuses, simples ou dichotomes, convergentes vers le sommet, ou divergentes et se terminant vers les bords latéraux.

Les inflorescences mâles et femelles sont strobiliformes (*fig.* 9 et 12, *pl.* 1).

Les Zamiées sont exclusivement propres aux régions tropicales de la Nouvelle-Hollande, de l'Amérique et de l'Afrique australe, et vivent dans les plaines, sur les collines, ou dans le voisinage de la mer.

Les espèces vivantes sont nombreuses et forment plusieurs genres.

Il en est de même des espèces fossiles réparties dans un assez grand nombre de genres, dont quelques-uns sont arrivés jusqu'à nous (Encephalartos). Les organes de la végétation le plus souvent, ont servi seuls, à créer les genres de zamiées fossiles.

Pour donner une idée de cette famille importante, et qui est encore largement représentée aujourd'hui, nous décrirons successivement quelques bases de pétioles, des écailles gemmaires et un certain nombre de frondes choisies parmi les principaux genres, ainsi que quelques inflorescences qui leur appartiennent sans aucun doute.

PÉTIOLES ET ÉCAILLES GEMMAIRES.

CYCADORACHIS, Sap.

Ce sont des rachis dépourvus de leurs feuilles et même des bases de pétioles, armées ou non d'aiguillons, dilatées inférieurement plus ou moins, à cause de leur insertion, et munies latéralement de poils plus ou moins nombreux et rigides.

1° *Cycadorachis abscissa* (*fig.* 10, *pl.* 4).

Organe cylindrique, mesurant 5 à 6 centimètres de longueur, 6 à 12 millimètres de diamètre, en allant du sommet à la base, sensiblement prismatique à la partie supérieure, dilaté et convexe vers la partie inférieure qui est terminée en pointe, la surface est striée longitudinalement, les bords sont garnis de chaque côté de poils rigides et nombreux.

Il est probable que cet organe est la partie inférieure et persistante d'une fronde de zamiée, comprenant l'extrême base du pétiole, désarticulée assez près de la tige, pour avoir entrainé avec elle la partie tomenteuse qui garnit la portion inférieure des pétioles.

Ce fragment provient des gisements du lac d'Armaille, près de Belley (Ain), qui appartiennent à l'étage kimméredgien inférieur.

CYCADOLEPIS, Sap.

Ce genre comprend les écailles gemmaires des Zamiées fossiles, pourvues de bourgeons dont les frondes se développent par émission périodique. Les Zamiées, qui émettent leur fronde une à une, comme les Macrozamia, en sont dépourvues.

Ces organes se présentent sous la forme d'écailles coriaces,

dilatées à la base d'insertion, épaisses, concaves et nues, sur la face interne, convexes sur la face externe et garnies sur les bords de filaments raides et nombreux.

1° *Cycadolepis hirta*, Sap. (*fig.* 11 et 12, *pl.* 4).

Écaille épaisse et coriace, longue de 3 centimètres 1/2, terminée en pointe arrondie, les bords sont garnis de poils érigés nombreux qui ne s'étendent pas jusqu'au sommet, la base se dilate brusquement au point d'insertion ; le reste de l'écaille conservant une largeur médiocre, des stries fines parcourent la surface supérieure.

Cette espèce se rencontre dans les mêmes gisements que l'espèce précédente, près de Belley (Ain).

FRONDES.

Dioonites, Bornemann.

Les frondes qui appartiennent à ce genre et qui offrent certains rapports avec celles des Dioon actuels se présentent sous la forme de frondes probablement persistantes, pinnées, à pinnules insérées latéralement par toute leur base, étroitement décurrentes, allongées, lancéolées aiguës au sommet. Nervures simples et parallèles.

Exemple : *Dioonites Brongniarti*, Schenck. (*fig.* 13 et 14, *pl.* 4).

Les pinnules sont linéaires, lancéolées, atténuées au sommet, contiguës, alternes ou opposées, sessiles sur la face supérieure du rachis, variant de 3 à 20 millimètres de longueur, et de 3 à 5 millimètres en largeur, suivant leur position, du sommet, au bas de la fronde. Les nervures sont fines, égales et parallèles.

Cette espèce se rencontre dans l'argile schisteuse grise du Weald d'Œsede, près Osnabruck.

G. Zamites.

Ce genre comprend les Zamiées fossiles, dont les frondes généralement caduques, pinnées, présentent une vernation érigée imbricative. Les pinnules sont insérées sur la face supérieure du rachis par une callosité. Les nervures simples ou dichotomes sont parallèles entre elles, les plus extérieures divergent légèrement et s'arrêtent à diverses hauteurs le long du bord qui est toujours entier et coriace.

Ce genre offre un grand intérêt en ce sens que, représenté par de nombreuses espèces, il a pu être suivi dans les terrains d'Europe jusque dans le Miocène, tandis que les *Cycadites* n'ont pas été signalés comme nous venons de le voir au delà des Terrains crétacés. Il débute dans le Lias d'abord faiblement, et est subordonné au genre *Otozamites* dont les espèces sont prépondérantes, mais dans l'Oolithe inférieure moyenne et supérieure, il prend une grande extension, tandis que par contre les *Otozamites* deviennent de plus en plus clairsemés; il s'arrête dans la Craie, au Groënland et se poursuit jusque vers le milieu des terrains Tertiaires, dans l'Europe méridionale, en Grèce, époque à laquelle, comme nous l'avons dit précédemment, les latitudes influaient déjà sur la distribution de la température. A partir des terrains Miocène, c'est en se rapprochant de plus en plus des tropiques que l'on peut espérer rencontrer des *Zamites* dans des couches de formation plus récente.

Les frondes de *Zamites* sont de petite taille, rarement elles dépassent 3 décimètres, comme celles du *Zamites gigas*, mais même dans ce cas, elles ne peuvent pas être comparées sous le rapport des dimensions, avec les frondes de nos *Encephalartos* ou de nos *Macrozamia;* par conséquent, de même que les *Cycadites*, les *Zamites* fossiles avaient un feuillage moins ample que celui de la plupart des Zamiées actuelles. Il surmontait des tiges bulboïdes, ou cylindriques, qui se trouvaient dans le même rapport de taille; jusqu'à présent on n'a rencontré que très rarement des troncs de Cycadées fossiles atteignant le diamètre de certains

de nos Cycas ou de nos Dioon. Pour donner une idée de ce genre, nous choisirons les espèces suivantes :

1° *Encephalartos Gorceixianus*, Sap. (*fig.* 1, *pl.* 5).

L'échantillon figuré, et dont les pinnules ont été en partie restaurées consiste, d'après M. de Saporta, en une fronde vigoureuse, conservée vers son milieu sur une longueur de 20 centimètres. Le rachis épais à la base de 7 millimètres pouvait, peut-être atteindre 1 mètre. Les pinnules larges de 1 centimètre, avaient à peu près 1 décimètre, et étaient insérées obliquement par une base un peu rétrécie et légèrement décurrente. Leurs bords étaient entiers, et leur limbe parcouru par une douzaine de nervures parallèles, rarement bifurquées.

La physionomie générale de la fronde est celle d'un *Encephalartos*, et en particulier de l'*Encephalartos Lehmani;* c'est la première Cycadée qu'il ait été possible jusqu'ici, d'inscrire avec quelques probabilités dans un genre vivant.

La découverte de l'*Encephalartos Gorceixianus* permet d'affirmer qu'à l'Époque miocène, la Grèce possédait des Cycadées semblables à celles qui vivent encore, mais qui sont confinées maintenant au sud de l'Afrique.

Loc. Cette Cycadée a été trouvée à Koumi (Eubée), par M. Gorceix.

2° *Zamites epibius*, Sap. (*fig.* 2, *pl.* 5).

Frondes médiocres, pinnées, pinnules épaisses sensiblement alternes, se rapprochant contre le rachis au sommet de la fronde, disposées à angle droit au contraire, à sa base, linéaires, lancéolées, insérées sur le rachis par toute leur base rétrécie, le limbe est parcouru par onze ou douze nervures simples à peine distinctes.

Les strobiles femelles sont ovoïdes, recouverts d'écailles imbriquées, disposées en spirale, rhomboïdales au sommet.

Cette Cycadée a quelques ressemblances avec le *Zamites feneonis*.

Les dimensions de la fronde sont assez exiguës et ne dépassent guère 1 décimètre.

Les organes de fructification rappellent dans une certaine mesure ceux des *Macrozamia*.

Loc. Ces deux exemplaires ont été trouvés dans les couches à poissons du terrain tertiaire moyen de Bonnieux (Vaucluse).

3° *Zamites arcticus*, Gœppert. (*fig.* 3, *pl.* 5).

Frondes pinnées, pinnules rapprochées, confluentes à la base, presque opposées, disposées à angle droit par rapport au rachis, linéaires, tronquées au sommet, arrondies à la base et parcourues par des nervures parallèles.

Loc. Cette fronde a été trouvée dans les dépôts crétacés d'Omeynen of Kome, district d'Omenak (Groënland).

4° *Zamites Feneonis*, Brongt.

Frondes dont le contour se présente sous la forme d'une ellipse, quelquefois très allongée, mesurant 12 ou 15 centimètres de large. Les pinnules sont plus ou moins rapprochées, celles du bas disposées à angle droit, celles du haut, obliquement, sur le rachis, linéaires lancéolées, larges de 4 à 6 millimètres, contractées subitement à la base, nervures nombreuses, serrées et très nettes.

La figure 3 représente seulement la partie supérieure d'une fronde de *Zamites Feneonis* trouvée à Orbagnoux.

Loc. Ce genre caractérise l'Oolithe supérieure et particulièrement le Corallien supérieur et le Kimmiridgien.

Les frondes ne dépassent guère 20 à 25 centimètres en longueur quand elles sont complètes, les pinnules de la partie inférieure vont en diminuant de longueur en restant perpendiculaires au rachis, ce qui contribue à donner une forme ovale, plus ou moins allongée à l'ensemble de la fronde.

5° *Zamites gigas*, Morris.

Frondes relativement dévoloppées, les plus grandes dépassent 45 centimètres en longueur et 15 centimètres en largeur. Les pinnules sont contiguës, insérées presque perpendiculairement sur le rachis, lancéolées, pointues au sommet, cordiformes à la base, parcourues par 10 ou 12 nervures parallèles.

Loc. On a rencontré des frondes du *Zamites gigas* encore attachées à leur tige dans l'Oolithe moyenne de Scarborough (Angleterre).

6° *Zamites Moreaui*, Brongt. (*fig.* 6, *pl.* 5).

Frondes à rachis épais, pinnées, pinnules lancéolées, légèrement recourbées en faux, alternes, attachées un peu obliquement sur le rachis par une base rétrécie brusquement cordiforme et calleuse.

Loc. Cette espèce se rencontre dans les environs de Verdun, de Saint-Mihiel (Meuse), Urufle (Meurthe), dans l'étage corallien.

L'échantillon figuré est vu en dessous et était desséché.

G. Nilssonia, Brongt.

Frondes probablement caduques simples ou pinnatipartites, souvent polymorphes. Vernation circinée. Segments obtus et larges, tronqués au sommet, plus ou moins soudés entre eux. Nervures simples, longitudinales, inégales, plus faibles et plus fortes se succédant irrégulièrement.

Nous citons ce genre, qui a été placé par Brongniart dans la classe des *Cycadées*, puis transporté par M. Schenk parmi les Fougères, mais maintenu par M. de Saporta dans le premier de ces groupes, parce que la consistance coriace de ses frondes, la disposition des nervures fortes, simples et parallèles des pinnules, rapprochent peut-être davantage les Nilssonia des Cycadées que des Fougères, et que certaines espèces de ces plantes ne peuvent guère être distinguées de certains *Pterophyllum* qui sont regardés comme de vraies Cycadées. A l'époque actuelle, il n'existe aucun genre de Fougères qui puisse être comparé aux Nilssonia; il est vrai que parmi les Cycadées vivantes, la même difficulté se présente. Cependant, en considérant certaines frondes entières de *Nilssonia*, on serait tenté de les rapprocher des pinnules de *Stangeria*.

La figure 7, planche 5, représente une portion de fronde de *Nilssonia brevis* vue par-dessous, qui n'est pas divisée en segments, et dont les bords sont simplement dentelés.

Ce genre qui semble établir un passage entre les *Cycadées* et les *Fougères* commence à se montrer à la partie supérieure du Keuper, et son plus grand développement paraît avoir eu lieu dans le Lias.

Nilssonia brevis, Brongt. (*fig.* 7, *pl.* 5).

Fronde coriace, pinnatifide, entière quand elle est peu développée. Segments soudés jusque vers la moitié de leur longueur, la partie

libre est oblongue, légèrement courbée en-dessus, leur longueur est environ de 2 à 2 centimètres 1/2.

Loc. Cette espèce se rencontre dans le grès du Lias de Hoer en Scanie.

INFLORESCENCES.

Les inflorescences que nous allons décrire comprennent un certain nombre de cônes femelles munis pour la plupart, de graines ou de leurs moulages; leur disposition générale permet de les rapprocher avec quelque certitude, des inflorescences des Zamiées, sans pourtant les identifier.

G. ZAMIOSTROBUS.

Cônes ovoïdes ou oblongs, pédicellés, axe solide sur lequel se trouvent insérées perpendiculairement des écailles peltées, imbriquées ou contiguës, portant en dessous de l'écusson deux ou plusieurs graines.

1° *Zamiostrobus saportanus.* Schimper. *(fig. 1, pl. 6).*

Cône oblong, longuement pédicellé, mesurant 4 centimètres 1/2 de longueur.

Les disques des écailles sont rhomboïdaux, présentent à leur centre une légère saillie, leur largeur est d'environ 4 millimètres, et sont disposés en spirale tout autour de l'axe.

Loc. Ce cône a été trouvé dans le terrain miocène d'Armissan.

2° *Zamiostrobus crassus*, Lindley et Hutton (*fig.* 2, *pl.* 6).

Cône ovoïde, long de 5 centimètres 1/2, large de 3 centimètres 1/2.

Les disques des écailles sont rhomboïdales transverses, sur 9 millimètres de large et 5 de haut. L'axe est court et épais.

Loc. Dans le Wealdien de Yarenland de l'île de Wight.

Cette espèce se rencontre toujours avec des troncs de *Clathraria*, genre qui paraît être très voisin des *Encephalartos*.

3° *Zamiostrobus gibbus* (Reuss). Schimper. (*fig.* 3, *pl.* 6).

Strobile cylindrique, écailles hexagonales, insérées perpendiculairement par un pédicelle cylindrique, les écailles portent en dessous 3 à 6 graines oblongues réticulées, rendues anguleuses par leur pression mutuelle.

Loc. Dans le grès inférieur du Quadersandstein de la Bohême, et dans le grès vert de Laun.

En *a* et *b* se voient deux écailles qui portent l'une 2, l'autre 4 graines en *c*, une des graines détachée montrant sa surface réticulée.

Les Zamiées actuelles ne possèdent jamais plus de deux graines sous les écailles.

4° *Zamiostrobus index* Sap. (*fig.* 4, *pl.* 6).

Strobile de petite dimension, oblong, recouvert d'écailles peltées, serrées, hexagonales, contiguës, disposées en spirale, légèrement convexes, et ombiliquées au centre.

La figure représente un moulage de cette espèce et restitue par conséquent son relief.

Loc. Creue, près de Saint-Mihiel (Meuse), étage corallien supérieur.

G. Cycadospermum, Saporta.

Graines isolées, ovoïdes ou oblongues, quelquefois rendues anguleuses par leur pression naturelle, striées longitudinalement par l'effet de la dessiccation, marquées à la base d'une cicatricule d'insertion.

1° *Cycadospermum Schlumbergeri* (*fig.* 6, *pl.* 6).

Graine ovale, légèrement conique, tronquée à la base qui présente une cicatrice d'insertion, terminée en pointe à l'autre extrémité, d'assez nombreux sillons parcourent sa surface, mais s'atténuent au sommet, l'intérieur est occupé par un nucleus qui en remplit toute la cavité.

Villiers-sur-Mer (Calvados), partie moyenne de l'Étage oxfordien.

2° *Cycados permum Hettangense.* Sap.

Graine de 15 à 17 millimètres de longueur creusée d'une légère cicatrice à la base, testa marqué de sillons peu profonds, et parcouru de chaque côté par deux carènes latérales.

Loc. Grès de Hettange (Moselle), Lias inférieur.

G. Beania, Carruthers.

Strobile fertile ; les écailles fructifères, sont longuement pédicel-

lées, distantes, les graines au nombre de deux sont placées de part et d'autre du pédicelle.

Ce mode de fructification inconnu dans le monde actuel, représente plutôt une grappe qu'un cône, tout en rappelant quelques détails des fruits des *Macrozamia*, les pédicelles offrent un remarquable exemple d'accrescence si commun dans les bases persistantes des frondes.

Beania gracilis Carruth. (*fig.* 5, *pl.* 6).

Strobile présentant un axe de 9 centimètres de longueur, sur lequel se trouvent insérées perpendiculairement des écailles, dont le pédicelle mesure 15 millimètres, portant en dessous deux graines ovoïdes, terminées en pointe, de 10 à 15 millimètres de longueur sur 8 à 12 millimètres de largeur, leur surface est marquée de sillons produits par la dessiccation.

Loc. Cet échantillon remarquable a été trouvé dans les schistes oolithique de Gristhorpe Yorksire.

CHAPITRE IV

G. Otozamites, F. Braun.

Frondes généralement caduques, et probablement articulées sur la tige, pinnées ; vernation érigée imbricative, pinnules insérées sur la face supérieure du rachis par une base articulée et calleuse, inégalement arrondies ou cordiformes plus ou moins dilatées auriculées sur le côté antérieur de la base. Nervures ramifiées, dichotomes, divergeant nettement vers les bords de l'auricule et vers la marge toujours entière des pinnules.

Les frondes sont généralement de taille médiocre, le pétiole plus ou moins cylindrique, nettement terminé à la base. Dans la partie où se trouvent insérées les pinnules, il est presque entièrement recouvert, par suite du mode d'insertion des folioles qui sont appliquées sur lui à la face supérieure ; le point d'attache correspond à la callosité qui occupe la base plus ou moins émarginée en cœur. Les nervures se divisent par dichotomie et s'étalent en rayonnant du point d'attache soit dans l'auricule, soit dans le reste de la foliole, jusqu'à ce qu'elles atteignent les bords où elles se terminent brusquement. Quelquefois ces bords se replient en dessous, de manière à constituer un ourlet ou bordure saillante qui a été pris pour des fructifications.

Les *Otozamites* se montrent pour la première fois à la base du Rhétien, se multiplient dans le Lias, sont nombreuses de forme dans l'Oolithe, le Bathonien, le Cornbrash et l'Oxfordien.

1° *Otozamites Bucklandi,* Brongt.

Frondes d'environ 30 centimètres de longueur, le contour général est largement linéaire, et les pinnules longues de 4 centimètres 1/2, conservent à peu près les mêmes dimensions sur toute la longueur; elles sont séparées les unes des autres par un intervalle

assez marqué, leur auricule est très sensible et comme elles s'amincissent au-dessus en pointe lancéolée elles présentent l'aspect d'une lame de faux.

La consistance de ces pinnules était coriace.

Loc. Hettange près de Metz, grès de l'Infralias.

2° *Otozamites decorus*, Sap. (*fig.* 8, *pl.* 6).

Frondes à rachis épais et saillant, à contour ovale, pinnules articulées et fixées à la partie supérieure du rachis, conniventes à la base, modérément lancéolées et terminées en pointe.

Loc. Etrochey, près de Châtillon-sur-Seine, Cornbrash.

3° *Otozamites Reglei*. Sap.

Frondes largement pétiolées, les pinnules tantôt distantes, contiguës ou imbriquées, ont souvent leurs bords recourbés en dessous, n forme de bordure, ovales, arrondies au sommet presque cordiformes à la base, faiblement auriculées, nervures faibles et divergentes du point d'insertion, dans toutes les directions.

Loc. Se rencontre dans les environs d'Alençon (Orne), Bathonien de Pont-les-Moulins, près de Baume-les-Dames (Doubs).

4° *Otozamites Hennoquei*, Sap.

Fronde à contour linéaire lancéolé, pinnules imbriquées, recouvrant complètement la face supérieure du rachis, conniventes à la base, auriculées légèrement, recourbées en faux vers le sommet qui est arrondi.

Loc. Hettange, près de Metz, Infralias.

5° *Otozamites pterophylloides*, Brong.

Frondes à contour linéaire allongé, les pinnules nombreuses sont conniventes à la base, faiblement auriculées, obliques linéaires, se touchant presque par leurs bords, arrondies au sommet, parcourues par des nervures parallèles dans la région médiane, mais divergentes sur les côtés. Ces frondes avec les caractères distinctifs des *Otozamites*, possèdent une partie de l'aspect extérieur des *Pterophyllum*.

Loc. Ancy-le-Franc (Yonne), étage Bathonien, Etrochey près de Châtillon-sur-Seine (Côte-d'Or), Cornbrash.

La figure 7, planche 6, montre un jeune plan d'*Otozamites*.

G. Podozamites. F. Braun.

Frondes pinnées ; vernation érigée imbricatives ; pinnules espacées, obliquement insérées par une base atténuée, articulée sur le rachis, par conséquent caduques ; nervures égales, longitudinales convergentes vers les deux extrémités de la pinnule dont les bords sont toujours entiers.

Les *Podozamites* débutent dans le Rhétien, par les *P. Distans*, *P. Angustifolius*.

On peut les suivre mais en petit nombre à travers l'Oolithe, et ils se perdent dans le Terrain crétacé inférieur ou les *P. Ovatus*. *P. nervosus* sont leurs derniers représentants.

1° *Podozamites distans*, Presl.

Pinnules distantes, caduques, atténuées peu à peu vers la base, tantôt linéaires lancéolées, tantôt oblongues, quelquefois légèrement recourbées en faux, nervures dichotomes près de la base, convergentes vers le sommet.

Loc. Très répandu dans la Formation rhétique de Franconie.

Podozamites ovatus, Schenck.

Pinnules caduques, ovales, longues de 4 à 5 centimètres et larges de 18 à 20 millimètres, accuminées au sommet, sessiles, nervures faiblement marquées, dichotomes, légèrement convergentes vers le haut de la pinnule.

Loc. Dans les schistes bitumineux de l'Urgonien de Gradischt (Carpathes septent).

Certains strobiles semblent pouvoir, à cause de la communauté du gisement, être rapportés aux *Podozamites* de l'Infralias : ce sont ceux connus sous le nom de *Zamiostrobus Ponceleti*, Sap. *Stenorhachis Ponceleti* (Nath), Sap.

Toutefois nous conserverons ces fructifications en l'absence d'une certitude complète comme genre distinct.

G. Stenorhachis, Nathorst.

Strobile cylindrique arrondi à l'extrémité supérieure. Axe épais, muni d'écailles insérées perpendiculairement, au moyen de pédicelles grêles, distantes, portant en dessous deux graines ovoïdes petites.

Stenorhachis Ponceleti (Nath.). Sap. (*fig.* 11, *pl.* 5, 1/2).

S. Strobile fertile, allongé cylindrique, axe épais portant des écailles insérées perpendiculairement par un pédicelle grêle, long ; distantes les unes des autres, l'écusson est surtout développé dans sa moitié inférieure qui porte des graines petites, de 2 à 4 millimètres de longueur, ovoïdes, atténuées en pointe aux deux extrémités, leur surface est lisse et finement striée.

Loc. Se trouve dans l'Infralias d'Arlon (Belgique).

La figure 12 représente une coupe transversale du même échantillon, un peu grossie.

G. Pterophyllum, Brongt.

Frondes probablement caduques, pinnées, à segments allongés, linéaires, insérés à angle droit par toute leur base sur les côtés du rachis, mais distincts entre eux et tronqués au sommet. Nervures simples, égales, parallèles, aboutissant au sommet tronqué des pinnules.

Pterophyllum Jaegeri, Brongt. (*fig.* 13, *pl.* 6).

Fronde à contour ovale allongé, pétiolée, impari-pinnée. Pinnules disposées à angle droit sur le rachis assez développé, rapprochées, linéaires, mesurant 3 à 4 millimètres de largeur et 3 à 4 centimètres de longueur, tronquées ou arrondies au sommet, non confluentes à la base, nervures nombreuses et parallèles.

Loc. Dans les Marnes irisées, de Lettenkohle (Wurtemberg), de Neue-Welt, près Bâle, etc...

2. *Pterophyllum concinnum,* Heer (*fig.* 14, *pl.* 6).

Frondes à contour linéaire, médiocres, rachis saillant en dessous, pinnules de 18 à 20 millimètres de longueur sur 2 à 3 millimètres de largeur, insérées à peu près perpendiculairement sur le rachis, arrondies au sommet, parcourues par un petit nombre de nervures fines et parallèles.

Loc. Dans la Craie urgonienne arctique.

Le genre *Pterophyllum* est l'un des plus remarquables par la longue durée de son existence. Les plus anciens Pterophyllum connus jusqu'à présent sont ceux trouvés dans le terrain houiller supérieur de Blanzy, mais non encore décrits. On les rencontre dans

le Terrain permien inférieur, *Pterophyllum cottaeanum* (Geinitz), de Zwickau, dans le Trias où ils paraissent être au maximum de développement, et se présentent sous les formes des *P. Jaegeri*, *gracile*, *Kurrii*, *pectinatum*, *cuneatum*, etc., etc.

Ils perdent peu à peu de leur importance dans l'Oolithe le Weald et se terminent dans la Craie inférieure :

G. GLOSSOZAMITES, Schimper.

Frondes pinnées, à pinnules linguiformes, ellipsoïdes, obtuses au sommet, insérées à la face supérieure du rachis par une base contractée, équilatérale. Nervures fines, ramifiées, dichotomes, divergeant faiblement du point d'attache vers les bords toujours entiers de la pinnule.

Ce genre comprend les Zamiées à feuilles régulièrement pinnées, à folioles attachées dans une rainure placée à la partie supérieure du rachis, lingulées, obtuses, brusquement rétrécies et également arrondies aux deux angles basilaires.

Glossozamites obovatus (Schenck) Schimper (*fig.* 1. *pl.* 7). Feuilles pari-pennées, longues de 2 à 4 centimètres, se rétrécissant légèrement à la base et au sommet, obovales linéaires, très obtuses, base presque cordiforme, nervures simples et dichotomes, écartées.

Loc. Dans les schistes bitumineux de Wernsdorf et dans les sphérosidérites de Grodischt (Karpathes sept.), Urgonien, crétacé inférieurs.

G. PTILOPHYLLUM, Morris.

Feuiles pétiolées, pétiole grêle, contour de la fronde linéaire lancéolé, pinnules fixées sur la partie antérieure du rachis et presque imbriquées, coriaces, linéaires, terminées en pointe, légèrement recourbées vers le haut. Les pinnules sont très serrées, très ouvertes, arrondies et libres à l'angle antérieur de la base, légèrement décurrentes à l'angle postérieur, qui seul est fixé au rachis ; la partie décurrente passe par derrière la pinnule placée au-dessous. Les nervures sont assez nombreuses, simples ou bifurquées : c'étaient des plantes de petites dimensions, qui n'ont été rencontrées qu'aux Indes jusqu'à présent.

Ptilophyllum cutchense. Morris (*fig.* 2, *pl.* 7).

Feuilles de 20 à 30 centimètres de longueur, longuement pédicellées, pinnules étalées, imbriquées ou contiguës, linéaires, épaisses, large de 2 à 3 millimètres, légèrement courbées en dessus, nervures visibles, divergentes vers le sommet, dichotomes.

Loc. A Koolkipara Bindrabun (Bengale).

G. Sphenozamites, Brongt.

Frondes généralement caduques et probablement articulées sur la tige, pinnées. Pinnules insérées sur les côtés du rachis, par une base articulée, ordinairement larges, arrondies ou rhomboïdales, équilatérales, entières, ou dentées, épineuses sur les bords, nervures ramifiées, dichotomes, divergeant du point d'attache vers les bords de la pinnule.

Ce genre qui paraît avoir quelque ressemblance avec le genre *Noeggerathia*, est limité aux Formations jurassiques moyennes et supérieures, il rappelle les *Zamia* à feuilles arrondies tels que le *Z. montana*, *Z. rotundifolia* de l'époque actuelle.

1° *Sphenozamites Rossii*, Zigno, (*fig.* 3, *pl.* 7).

Frondes à contour linéaire allongé, rachis épais et strié, pinnules écartées, rhomboïdales lancéolées, légèrement recourbées en dessus, aiguës au sommet, rétrécies à la base et fixées obliquement sur le rachis, incisées irrégulièrement sur les bords, nervures divergentes, de la base vers le sommet, souvent dichotomes.

Loc. Dans l'Oolithe, près de Rotzo (Vicentin) ; à Morestel (France).

2° *Sphenozamites latifolius*, Brongt, Sap.

Rachis robuste, cylindrique, ou légèrement aplati en dessus, pinnules insérées latéralement et alternes, brièvement pédicellées, articulées, obovales, suborbiculaires, bords plus ou moins sinueux, nervures fines, plusieurs fois dicothomes, allant en divergeant de la base aux bords supérieurs non dentés.

Loc. Corallien supérieur ou Kimméridgien d'Orbagnoux (Ain) et Cornsbrash de Châtillon.

G. Noeggerathia, Sternberg.

Frondes pinnées, pinnules ovales ou obovales, sessiles, dressées contre le rachis, entières ou laciniées sur les bords, nervu-

res droites plus ou moins divergentes, simples et dichotomes.

Le Noeggerathia type de Sternberg rappelle parmi les Cycadées vivantes le *Zamia montana*, et parmi les Zamiées fossiles les *Podozamites* et les *Sphénozamites*.

1. *Noeggerathia foliosa*, Sternb. (*fig.* 6, *pl.* 7).

Pinnules obovales, presque oblique sur le rachis, et sensiblement ampléxicaule.

Loc. Dans les schistes houillers moyens de Beraun, en Bohême.

Divers savants ont réuni, aux Nœggerathia, de nombreuses espèces, qui plus tard ont dû en être séparées, comme appartenant les unes, à la classe des Fougères, les autres à des Conifères éteintes, ou à des Salisburiées.

C'est ainsi que le genre *Psygmophyllum*, créé par M. Schimper pour certaines espèces qu'il avait regardées comme distinctes des Nœggerathia, ne renferme plus guère, d'après M. Saporta, que des types de Fougères éteints.

Que le *Nœggerathia flabellata* de Lindley et Hutton, le *Psygmophyllum flabellatum* de Schimper, a été reconnu par ce savant comme une Salisburiée et désignée sous le nom de *Ginkgophyllum flabellatum*, etc. J'indiquerai ici les caractères de cette espèce, car il serait possible que la structure anatomique vînt un jour déceler un type intermédiaire entre les *Salisburiées* et les *Cycadées*.

Ginkgophyllum flabellatum (L. et H.) Saporta. (*fig.* 5, *pl.* 7).

Rameau terminé par des feuilles disposées en spirale, feuilles cunéiformes, longuement atténuées à la base, tronquées au sommet, dentelées ou découpées en lobes peu profonds et arrondis. L'échantillon figuré par L. et Hutton, offre peu de netteté, et l'insertion des feuilles sur le rameau est des plus confuses, elle est beaucoup plus nette sur un rameau de la collection du Muséum qui montre les feuilles, longuement atténuées à la base qui est amplexicaule, leur limbe est parcouru par des nervures peu nombreuses très distinctes inférieurement et qui deviennent de plus en plus fines en se dichotomisant à mesure qu'elles gagnent le bord supérieur de la feuille, dentelé irrégulièrement. *Loc.* Schistes, houillers de Bensham et de Jarrow (Angleterre), et de Zwickau (Saxe).

CHAPITRE V

TIGES DE CYCADÉES FOSSILES.

Les tiges de Cycadées fossiles se rencontrent assez fréquemment soit à l'état de moulage, dans les grès ou les argiles, soit à l'état silicifié; dans ce dernier cas, on a pu en déterminer la structure interne, et reconnaître qu'elles ne s'éloignent pas notablement de celle que j'ai rappelée précédemment pour les tiges vivantes.

Les troncs de Cycadées, se trouvent tantôt garnis de leur enveloppe extérieure, formée par les bases persistantes et accrescentes des pétioles et le tissu subéreux cortical; tantôt ils sont dégarnis de cette enveloppe, et n'apparaissent plus que comme des cylindres ligneux décortiqués, la surface se montre alors couverte de petites cicatrices rhomboïdales, allongées de haut en bas, et irrégulières, cet aspect est dû à ce que l'on a sous les yeux les lames ligneuses, vues par leurs tranches, qui sont comme l'on sait séparées par d'épais rayons médullaires et s'anastomosent entre elles sous forme de réseau, cette apparence a fait quelquefois prendre des tiges de Cycadées pour des rameaux de Lepidodendrons, ou de Conifères qui auraient été encore garnis de leurs cicatrices foliaires.

Nous suivrons pour la description de quelques troncs de Cycadées le travail très complet que M. de Saporta a publié sur ce sujet (1).

G. Bolbopodium, Sap.

Tiges peu élevées, mais épaisses, bulboïdes presque sphériques, ou strobiliformes, recouvertes sur toute leur surface de cicatrices rhomboïdales, laissées par les bases pétiolaires persistantes, et qui se sont accrues plus ou moins, après la chute des feuilles.

(1) *Paléontologie française*, terrain jurassique, p. 256.

Ces tiges ressemblent à celles de plusieurs *Zamia* actuels de forme ovoïde qui n'atteignent pas un décimètre de hauteur telles que par exemple le *Zamia angustifolia* Jacq., *Yatesii*, Miquel.

Bolbopodium pictaviense, Sap. (*fig.* 1, *pl.* 8.)

Tige ovoïde-subconique, strobiliforme, obtuse au sommet, haute de 6 centimètres 1/2 et large de 6 environ, recouverte de cicatrices sensiblement rhomboïdales contiguës, laissée par les bases accrescentes des pétioles. Les frondes de ce Bolbopodium ont dû être petites et grêles et se rapprocher comme dimensions de celles de l'*Otozamites Reglei* qui vivait à la même époque.

Loc. Montanaise près de Poitiers (Vienne), Etage oxfordien supérieur.

G. Cylindropodium, Sap.

Tiges arborescentes, droites, d'un diamètre peu considérable, recouvertes de cicatrices rhomboïdales, contiguës, laissées par les bases de pétioles, ces bases de pétioles ne présentent pas de phénomène d'accrescence bien prononcé.'

Les écailles gemmaires font défaut, par conséquent ces tiges émettaient leur fronde une à une comme les *Macrozamia*.

1° *Cylindropodium Deshayesi*, Sap. (*fig.* 2, *pl.* 8).

Tige cylindrique, recouverte de cicatrices larges rhomboïdales, peu nombreuses, contiguës disposées en séries spirales obliques.

Les cicatrices sont formées par les coussinets très élargis des pétioles, ces coussinets allaient en diminuant rapidement de diamètre à partir de leur base, et leur section là où ils étaient soudés à la partie caduque de la fronde, est marquée sur la cicatrice, pa une cicatricule dont la place est indiquée en haut par l'absence d'épiderme et la présence d'un certain nombre de faisceaux vasculaires qui pénétraient dans le pétiole (*a*) fig. 2.

L'étendue et la position de cette cicatricule varie légèrement à cause de la déformation, produite par la compression et la dessiccation sur le coussinet charnu du pétiole.

Certaines tiges de Zamiées actuelles ne manquent pas d'analogie avec ce Cylindropodium.

Cette petite tige a une longueur de 7 centimètres environ sur 3 à 4 de diamètre.

Le cylindre ligneux est composé de deux couches distinctes, concentriques, formées chacune de bois et de liber, mais le liber a disparu ; la moelle est relativement volumineuse, 2 centimètres de diamètre environ. L'écorce épaisse, parenchymateuse, renferme de nombreux canaux à gomme et des faisceaux vasculaires qui se rendent aux pétioles. Plus en dehors, les extrémités supérieures des cicatrices, qui correspondent à la base des pétioles appliqués contre la tige, se distinguent de temps à autre, marquées par les faisceaux qu'elles renferment.

Loc. Calcaire oolithique du département de l'Orne.

2. *Cylindropodium liasinum*, Sap. (*fig.* 3, *pl.* 8).

Tronc cylindrique d'environ 6 centimètres de diamètre, recouvert complètement par les cicatrices rhomboïdales contiguës larges de 1/2 centimètre.

Moelle centrale assez volumineuse, entourée par deux ou quatre anneaux ligneux concentriques formés, comme dans l'espèce précédente, de lames rayonnantes de trachéides ponctuées.

L'échantillon est long de 9 centimètres et celle de la tige proprement dite, en dedans de la base des pétioles, de 4 à 4 centimètres 1/2 de diamètre, l'accrescence des bases de pétiole est bien plus manifeste dans cette espèce que dans la précédente, le nombre des cylindres ligneux plus grand et la partie corticale parenchymateuse séparant le bois de la base des pétioles est, en conséquence, moins développée : elle atteint 3 à 4 millimètres au plus d'épaisseur. Entre les bases des frondes, on remarque des résidus filamenteux analogues à ceux que l'on trouve sur les tiges du *Macrozamia spiralis*.

Loc. Environs de Lunéville (Meurthe), Lias inférieur.

G. Platylepis. Saporta.

Tiges possédant une moelle petite, entourée d'un cylindre ligneux peu développé, recouvertes extérieurement des résidus accrus des bases de pétioles, ayant la forme de lames allongées et larges.

Platylepis micromyela (Morière) Sap. (*fig.* 4, *pl.* 8).

Tiges à moelle petite, 1 centimètre environ, cylindre ligneux, peu

développé, large de 7 millimètres. Zone parenchymateuse corticale également peu épaisse. Largeur totale de la tige, au plus 25 millimètres, mais avec les appendices corticaux elle mesurait 8 à 10 centimètres ; ces appendices se présentent sous la forme de lames allant en s'élargissant de la base au sommet, épaisses sur leurs bords, qui semblent porter une ou deux échancrures.

Loc. Tournay-sur-Odon (Calvados). Lias moyen.

G. Clathropodium. Sap.

Troncs plus ou moins développés, cylindriques ou ovoïdes, quelquefois coniques, recouverts par une armure épaisse, formée des résidus pétiolaires, coussinets serrés, de grandeur variable, affectant la forme d'aréoles triangulaires ou rhomboïdaux irréguliers, grâce au développement inégal de ces bases accrescentes. La moelle, assez volumineuse, est entourée de plusieurs anneaux ligneux concentriques.

On observe, intercalées aux appendices, des rosettes qui marquent la place de bourgeons adventifs ; ceux-ci ont pris, dans certains cas, un développement assez grand, si l'on en juge d'après le diamètre et l'épaisseur des cylindres ligneux *surnuméraires* qui leur correspondent, et que l'on trouve dans l'intérieur de la tige, indépendamment, du système ligneux de cette dernière. L'inégalité des compartiments corticaux montre que les frondes étaient entourées d'écailles gemmaires.

1° *Clathropodium macrophyllum.* (Buckl.) Sap. (*fig.* 5, *pl.* 8, 1/5).

Tronc épais, nidiforme, large de 30 à 50 centimètres, creusé au sommet d'une rainure circulaire, la surface est couverte de cicatrices serrées, rhomboïdales, et porte plusieurs rosettes qui sont les résidus de bourgeons axillaires.

Loc. Dans la couche d'humus du calcaire de Purbeck, de l'île de Portland.

2° *Clathropodium Trigeri.* Sap. (*fig.* 1, *pl.* 9.)

Tige ovo-cylindrique, de 14 à 15 centimètres de diamètre, et de même hauteur, moelle épaisse, entourée d'un cylindre ligneux formé de lames rayonnantes ; ces lames sont séparées par des rayons

médullaires, s'anastomosent entre elles et sont composées de trachéides ponctuées à plusieures rangées de ponctuations, comme dans les Cycadées; du bord interne de ces lames s'échappent, en passant entre elles, de nombreux faisceaux vasculaires qui se rendent aux feuilles.

En dehors du cylindre ligneux, se trouve une large couche corticale parenchymateuse, parcourue dans le sens du rayon par les cordons qui sortent du bois pour aller aux feuilles, et par d'autres faisceaux, dont les uns sont disposés verticalement et les autres courent horizontalement dans le tissu et aboutissent, en partie, à la base des pétioles : cette disposition est absolument semblable à ce que nous avons signalé, en commençant, pour la structure de cette même région, dans un grand nombre de Cycadées vivantes.

La base des pétioles est formée de plusieurs couches qui se sont développées après la chute des frondes ; en *cc'* de la figure 2 on peut voir plusieurs de ces assises successives, chacune d'elles est parcourue par des faisceaux vasculaires qui, avant la chute de la fronde, pénétraient dans le rachis ; ces faisceaux après la disparition de cette dernière, ont continué à se développer en suivant le mouvement d'accrescence du résidu pétiolaire. On a figuré (*pl.* 9, *fig.* 5 et 6) des écailles de *Cycas revoluta* montrant que dans les plantes actuelles les mêmes particularités se présentent.

Sur une coupe tangentielle, faite dans les coussinets pétiolaires de ce *Clathropodium*, les faisceaux vasculaires sont simples, c'est-à-dire qu'ils sont dépourvus de la portion centripète que nous savons exister dans la partie des feuilles des Cycadées, qui se désarticule, mais qui manque aussi chez ces dernières, dans la partie persistante sur les tiges.

Les appendices corticaux ont 2 centimètres, environ d'épaisseur à la base de la tige et près de 4 centimètres vers le haut. Les cicatrices sont irrégulièrement rhomboïdales, ou ovalo-rhomboïdales, très inégales ; il en est de petites qui correspondent sans doute à des écailles gemmaires, et d'autres disposées en rosettes qui se rapportent à des bourgeons.

Loc. Environs du Mans, l'échantillon trouvé hors place, provient

vraisemblablement de la partie supérieure du terrain jurassique.

3° *Clathropodium foratum*. Sap. (*fig*. 1, *pl*. 10).

Tige développée, recouverte d'appendices pétiolaires, longuement accrus, serrés, disposés en spirale, l'intérieur des pétioles qui correspondait au parenchyme a disparu et a laissé des vides triangulaires assez profonds, la partie corticale seule a été conservée par la pétrification, ces bases accrescentes mesuraient au moins 8 centimètres de longueur, leur diamètre vertical extérieur atteignait 3 centimètres et le diamètre transversal 4 centimètres.

Loc. Environs du Mans (Sarthe).

G. Fittonia.

Troncs cylindriques plus ou moins allongés, présentant une large moelle, entourée par un cylindre ligneux, peu développé, formé de lames rayonnantes, séparées par des rayons médullaires. Dans ce genre, le phénomène d'accrescence portait non seulement sur les coussinets, comme cela arrive pour les Cycadées que nous avons examinées, mais encore sur une portion notable de la base même des pétioles jusqu'à une certaine hauteur, et sur l'écaille gemmaire, presque tout entière. Cette tuméfaction de la base du pétiole déterminait la désarticulation de la feuille, là où elle s'arrêtait.

1° *Fittonia insignis*. Sap. (*fig*. 2, *pl*. 10).

Troncs cylindriques, moelle épaisse, entourée d'un cylindre ligneux, peu développé, à lames rayonnantes séparées par d'épais rayons médullaires, recouverts des résidus prismatiques, fortement accrus des coussinets et des bases de pétioles, insérés à angle droit, puis recourbés contre la tige, à leur partie supérieure, la troncature rhomboïdale des extrémités porte les traces de nombreux faisceaux vasculaires, ces résidus peuvent atteindre 5 à 7 centimètres de longueur. La hauteur de l'échantillon est de 15 centimètres sur 13 de largeur, sa partie supérieure montre des vestiges d'écailles accompagnées d'une sorte de filasse. Les appendices corticaux mesurent à peu près la même longueur en haut et en bas, leur épaisseur au contraire, augmente de 1 à 3 centimètres; le phénomène d'accrescence se faisait donc sentir surtout par l'augmentation du

diamètre et non dans l'élongation de la partie persistante comme dans les autres Cycadées.

Loc. Environs de Poitiers (Vienne), carrière du Grand-Pont.

2° *Fittonia Brongniarti.* (Mor.) Sap. (*fig.* 7, *pl.* 9).

Tronc cylindrique, d'un diamètre peu considérable, moelle large, entourée par un cylindre ligneux de faible épaisseur, recouvert d'appendices renflés sur le dos, marqués d'une cicatrice à leur partie supérieure, correspondant à l'insertion du pétiole, contigus, dressés contre la tige autour de laquelle ils forment des spires très obliques.

L'échantillon est un peu aplati; son grand diamètre mesure 6 à 7 centimètres, le second 5 à 5 1/2. Sa hauteur atteint 14 à 15 centimètres. Les appendices corticaux sont grands comparativement au diamètre de la tige, les écailles gemmaires sont peu distinctes si toutefois elles ont existé.

Ce fittonia a été représenté (*fig.* 7) par sa face la plus étroite qui mesure 5 centimètres.

Loc. Oxfordien moyen près d'Auberville (Calvados).

Les exemples de tiges que nous venons d'étudier, quoique la liste soit bien incomplète, sont cependant assez nombreux et divers, pour que l'on puisse se faire une idée de la variété remarquable que les Cycadées ont présentée pendant l'Epoque jurassique. En poursuivant cette étude, nous reconnaîtrons que le Type cycadéen se modifie peu à peu ; certains de ses caractères particuliers vont prendre une importance plus grande, à mesure qne nous allons pénétrer plus avant dans le passé, dès lors il faut nous attendre à rencontrer des plantes qui s'éloignent davantage des exemples vivants que nous avons sous les yeux.

CHAPITRE VI

3e FAMILLE

CYCADOXILÉES. B. R.

Dans cette troisième famille, nous réunissons les troncs fossiles, plus ou moins ramifiés, qui n'ont conservé aucune trace des cicatrices de feuilles, à la surface extérieure. La moelle volumineuse est tantôt circonscrite par plusieurs cylindres ligneux concentriques (*Medullosa stellata*), tantôt se trouve divisée en plusieurs masses par des cylindres ligneux, distincts, flexueux, qui s'anastomosent de distance en distance (*Colpoxylon*).

Les lames ligneuses sont formées de trachéides ponctuées, et séparées par de nombreux rayons médullaires.

Les feuilles qui ont appartenu à ces plantes ne sont pas encore connues, mais il est probable que celles qui se rapprochent du type *Noeggerathia* devront un jour leur être rapportées en partie.

Les *Cycadoxylées* sont surtout connues par les détails anatomiques de leur structure interne, car les empreintes, que le tronc dépourvu de cicatrices et seulement marqué de stries longitudinales irrégulières, a pu laisser dans les schistes ou les grès, sont trop vagues et trop faciles à confondre avec celles de quelques troncs ou pétioles de fougères, pour que l'on puisse s'en servir comme caractères précis.

Nous citerons, comme appartenant à cette famille, les genres *Cycadoxylon* B. R. *Medullosa*, Cotta, et *Colpoxylon*, Brongniart.

Le genre *Myelopithys*, de Corda, ne nous paraît pas devoir être rangé dans cette famille, peut-être serait-il mieux placé dans celle

des Sigillariées (1) ; toutefois, l'anatomie incomplète donnée par Corda ne nous permet pas de décider la question.

G. Cycadoxylon. B. R.

Dans ce genre on trouve, sur une section transversale, en dedans de l'écorce, un cylindre ligneux continu, régulier, formé de lames rayonnantes séparées par de larges rayons médullaires. Le parenchyme médullaire, limité par cette zone ligneuse externe, est traversé par plusieurs cylindres ligneux, à contour elliptique plus ou moins aplati, formés également des lames rayonnantes.

Cycadoxylon Fremyi. B. R. (*fig.* 1, *pl.* 11).

Le rameau, ou la jeune tige, qui a servi à établir cette espèce est cylindrique, de 2 à 3 centimètres de diamètre : il a été trouvé dans les gisements silicifiés d'Autun.

La figure 1, planche 11, montre une section transversale d'une petite portion du rameau.

Le cylindre extérieur *b* est formé d'un cercle discontinu de lames ligneuses, séparées par de larges rayons médullaire *m;* souvent ces bandes ligneuses paraissent avoir une origine commune, *o*, et se séparent ensuite en laissant entre elles un intervalle plus ou moins large occupé par le tissu conjonctif. En *c* on voit une zone cambiale qui détermine l'accroissement en diamètre du cylindre ligneux.

Au milieu de la large moelle circonscrite par le cylindre ligneux extérieur, se trouvent des productions ligneuses de même nature que lui, ce bois se montre tantôt en bandes séparées *b'*, tautôt disposé en cercle ou en ellipse *b''* plus ou moins complets.

Cette réunion de bandes ligneuses multiples, rappelle l'organisation de la tige de certains *cycadées*.

Les trachéides qui constituent ces différentes productions ligneuses sont ponctuées (*fig.* 3), et les aréoles en se touchant par leurs bords forment un réseau hexagonal, le pore elliptique central n'étant plus

(1) Les raisons qui nous porteraient à ranger le genre Myelopithys dans la famille des sigillariées seraient l'existence d'un anneau discontinu entourant la moelle, formé par des faisceaux isolés de cellules (?) dont il serait essentiel de bien déterminer la nature, et la forme des trachéides du cylindre ligneux extérieur, qui sont rayées comme dans toutes les sigillaires connues.

visible, en général, à cause de la destruction de la membrane de l'aréole.

Les trachéides sont nettement ponctuées sur leurs faces de contact, mais moins distinctement du côté où elles touchent aux cellules des rayons médullaires. Ceux-ci sont très développés en hauteur et composés, en épaisseur, d'un nombre considérable d'assises cellulaires (*fig.* 3).

Sur une coupe tangentielle, les trachéides présentent de nombreux exemples de contournements *f*, surtout quand la coupe correspond à l'intervalle de deux coins ligneux. Ces trachéides forment des anses, des anastomoses nombreuses au milieu du tissu conjonctif, dans lequel elles semblent se terminer quelquefois brusquement *o*.

Les cellules qui forment les rayons médullaires sont presque aussi hautes que larges, caractère qui les distingue de celles qui constituent les rayons des *Colpoxylon*.

L'écorce épaisse est formée d'un parenchyme assez mal conservé, au milieu duquel on distingue de nombreux canaux à gomme *e* (*fig.* 1), à la périphérie, se trouvent des cellules à parois poreuses, allongées dans le sens de la circonférence (*fig.* 4), placées bout à bout et formant une espèce de ceinture autour de la tige : dans cette région la circulation des liquides devait être facile. Au milieu de cette zone on voit des canaux à gomme *c g*.

Sur une coupe radiale (*fig.* 5), leur section est circulaire ou elliptique.

L'ensemble de la structure de ce rameau rappelle celle des jeunes tiges de *Cycadées*, dont il différait cependant essentiellement par la rareté des feuilles, car dans les différentes coupes exécutées on n'a jamais rencontré de cordons foliaires parcourant l'écorce pour se porter vers ces appendices.

Loc. Permien inférieur, ou houiller supérieur remanié d'Autun.

G. Medullosa, Cotta.

Le genre *Medullosa* a été établi par Cotta (1). Il faisait partie

(1) *Die Dendrolithen...* Leipzig, 1832.

d'une famille dont les représentants étaient caractérisés par une disposition rayonnante des éléments ligneux (Radiati). Cette famille comprenait les genres *Medullosa* et *Calamitea*. J'ai démontré (1) que dans le genre *Medullosa*, de Cotta, se trouvaient compris des pétioles de *fougères* Marattioïdes (*M. elegans*), et en même temps des rameaux et des tiges de *Cycadées* (*M. stellata*, *M. porosa*).

J'ai établi, pour les premiers, le genre *Myelopteris*, et pour les seconds j'ai conservé le nom donné par Cotta, celui de *Medullosa*.

Quant au deuxième genre de la famille *G. Calamitea*, sa dénomination est malheureuse, en ce sens qu'elle tend à faire croire que les végétaux qu'il renferme sont des *Calamites*, plantes cryptogames, proches parentes des *Equisétacées*, tandis que toutes celles figurées par ce savant, sous le nom de *Calamitea striata*, *C. bistriata*, *C. lineata*, *C. concentrica*, sont des *Gymnospermes* (2) avoisinant plus ou moins les *Gnétacées* actuelles : ce nom de *Calamitea* doit donc être complètement abandonné pour celui de *Calamodendrées*. Je possède actuellement les matériaux à peu près complets pour faire l'histoire de cette famille qui a joué un rôle important depuis l'étage du Culm (*Bornia transitionis*) jusqu'à nos jours.

Du genre *Medullosa* de Cotta, nous ne pouvons donc conserver ici que les deux espèces désignées sous le nom de *M. stellata* et *M. porosa*.

Medullosa stellata, Cotta. (*Fig.* 6, *pl.* 11.)

La tige du *Medullosa stellata* se présente ordinairement sous la forme d'un cylindre, quelquefois plus ou moins aplati, dont le diamètre peut atteindre 14 à 15 centimètres en y comprenant la partie corticale.

Sur une coupe transversale, la moelle volumineuse se montre traversée par un nombre plus ou moins considérable de productions ligneuses affectant la forme d'étoiles par la disposition des lames vasculaires qui les composent ; ces productions ligneuses, quand elles sont suffisamment développées, sont elles-mêmes

(1) *Mémoires des savants étrangers à l'Académie*, t. XXII, 1875.

(2) *Mémoires du Congres scientifique de France*, XLII[e] session, 1876, p. 291.

occupées par une moelle centrale assez étendue et sont ou circulaires ou elliptiques comme dans le *cycadoxylon Fremyi*.

La moelle est enveloppée par plusieurs (2 à 3) cercles ligneux concentriques, dont les plus extérieurs sont réguliers, continus, entiers ; mais les plus internes se replient quelquefois sur un point de leur circonférence vers le centre et forment des anses ou des boucles comprenant dans leur intérieur une certaine quantité du parenchyme médullaire dans lesquelles se développent également quelques productions ligneuses en forme d'étoile.

Les cercles ligneux concentriques sont souvent séparés par une couche cellulaire, traversée par des faisceaux vasculaires, à direction tantôt verticale, tantôt sinueuse, tantôt presque horizontale.

Les lames rayonnantes qui constituent les cercles ligneux concentriques, et les productions ligneuses de la moelle, sont formées de trachéides ponctuées ; ces ponctuations aréolées sont disposées comme dans le *Cicadoxylon Fremyi*, mais les rayons médullaires sont moins épais que dans ce dernier.

L'écorce est formée, en dehors des éléments libériens, d'un parenchyme lâche parcouru par les faisceaux vasculaires qui se rendent aux feuilles et par quelques canaux à gomme ; elle est limitée extérieurement par un cercle de faisceaux de tissu hypodermique (*fig.* 7) disposés parallèlement, et dont la section est une ellipse allongée dans le sens du rayon.

Dans le parenchyme cortical, on distingue des faisceaux vasculaires qui appartiennent très vraisemblablement à des racines, et qui parcouraient ce tissu pendant un certain temps, de haut en bas, avant d'émerger au dehors.

L'étude plus complète des échantillons groupés sous le nom de *Medullosas stellata*, nécessitera la création de plusieurs espèces sur lesquelles le cadre restreint de ces leçons ne me permet pas d'insister.

COLPOXYLON.

Ce genre a été établi par Brongniart, en 1849 (1), au moyen

(1) *Tableau des genres de végétaux fossiles.*

d'une série de fragments de tige assez volumineux, trouvés dans le gisement d'Autun.

Ces troncs sont encore munis de la plus grande partie de leur écorce, toutefois la portion la plus superficielle manque, et la surface se montre sillonnée irrégulièrement de lignes saillantes dues aux faisceaux vasculaires, et aux bandes d'hypodermœ, qui parcouraient de haut en bas le partie externe de l'écorce.

De distance en distance se voient des excroissances bien plus étendues dans le sens transversal qu'en hauteur, et vers lesquelles se recourbent ces bandes hypodermiques ; il est probable que ce sont les résidus de feuilles charnues et épaisses.

J'ai pu constater également, sur un fragment plus petit, des rameaux qui se détachaient de la tige ou d'un rameau principal.

Colpoxylon æduense, Brongniart (*fig*. 8).

La figure 8 représente une coupe transversale, grandeur naturelle, d'une très petite portion d'un tronc de *colpoxylon æduense*. Ces tiges, dont le diamètre dépassait 15 centimètres, offrent une moelle volumineuse parcourue par de petits faisceaux vasculaires, flexueux, formés de vaisseaux rayés, disposés sans ordre : le mauvais état de conservation des échantillons recueillis jusqu'à présent n'a pas permis de reconnaître leur mode d'accroissement; ces faisceaux ne se trouvent que dans le parenchyme, qui est entouré par du bois, ce dernier est formé d'une zone simple, continue, mais repliée sur elle-même en festons profonds ; ces festons se rencontrent quelquefois dans l'intérieur, se soudent et peuvent former deux ou plusieurs cylindres ligneux qui suivant la hauteur de la section, paraissent indépendants ; ces cylindres ligneux se continuent avec ceux des branches qui partaient du tronc. La moelle, circonscrite par ces cylindres ligneux, possède des faisceâux vasculaires dont il vient d'être question : le parenchyme qui leur est extérieur n'en renferme pas.

Le tissu du bois est formé de lames rayonnantes composée chacune de deux ou trois couches de trachéides ponctuées, ces ponctuations, qui étaient aréolées et disposées en quatre ou cinq rangées sur les faces latérales des trachéides, ne se montrent plus que sous la forme d'un réseau hexagonal régulier.

Les lames ligneuses sont séparées par des rayons médullaires très allongés, et composés d'un nombre considérable d'assises cellulaires, sur leur épaisseur une coupe tangentielle du bois a exactement l'aspect de celui du *Cycadoxylon Fremyi* (*fig.* 3). Toutefois les cellules des rayons médullaires sont plus étendues dans le sens radial qu'en hauteur (*fig.* 9). Aussi, sur les parois des trachéides en contact avec ces rayons, voit-on des bandes transversales rapprochées, qui leur donnent quelque aspect de trachéides rayées, et qui sont dues aux traces laissées par les bords supérieurs et inférieurs de ces cellules.

L'écorce très épaisse, formée en grande partie de parenchyme, est parcourue par un grand nombre de faisceaux vasculaires (*fig.* 10), qui se portent vers les feuilles ; la partie du cordon foliaire qui a persisté est composée de trachéides rayées disposées sans ordre et dont l'accroissement a été centripète (*fig.* 10). Dans quelques cas, vers la pointe, on distingue quelques trachéides disposées en série rayonnante et qui semblent représenter la partie centrifuge du faisceau.

Si cette observation est exacte, nous aurions là le premier exemple dans lequel le cordon foliaire serait resté double, à la fois dans les feuilles et dans l'écorce, nous avons vu, en effet, que dans toutes les Cycadées cette constitution double du cordon foliaire s'arrêtait à la partie accrescente du coussinet des frondes.

La région extérieure de l'écorce est parcourue par de nombreux faisceaux composés de fibres hypodermiques (*fig.* 10), séparés les uns des autres par le tissu du parenchyme ; leur section transversale varie suivant leur nombre et leur compression mutuelle, ils rappellent ceux que j'ai signalés dans les pétioles de *Myelopteris Landriotii* (1), ils sont accompagnés d'un canal à gomme *a* (*fig.* 10).

Leur rôle était évidemment de donner une certaine solidité à ces tiges, dont le tissu intérieur, en grande partie parenchymateux, n'aurait pu être soutenu suffisamment par le cylindre ligneux. Celui-ci

(1) *Loc. cit.*

ne semble pas avoir pris, même dans les tiges de 15 à 20 centimètres, une épaisseur suffisante pour remplir cette fonction.

Nous avons rencontré déjà, dans le *Medullosa stellata*, un cercle de faisceaux analogues, mais moins développé, ce qui s'explique par l'importance plus considérable que prenait dans ces plantes le système ligneux.

Loc. Terrain houiller supérieur d'Autun.

CHAPITRE VII

4e FAMILLE

CORDAÏTÉES

La famille des Cordaïtées se divise en trois sous-familles :
1° *Cordaïtes*, 2° *Dory-cordaïtes*, 3° *Poa-cordaïtes.*

Les *Cordaïtes* sont caractérisés par des feuilles simples, sessiles, entières, lancéolées, arrondies au sommet, spatulées, obovales ou elliptiques, ordinairement très grandes, 20 à 90 centimètres, coriaces, parcourues dans toute leur longueur par des nervures fines égales quelquefois, ou inégales, parallèles. Ils abondent surtout dans le terrain houiller supérieur.

Les *Dory-cordaïtes* ont des feuilles lancéolées, très minces, parcourues par des nervures, fines, égales, très serrées, d'assez grande taille, 40 à 50 centimètres, leur sommet, au lieu d'être arrondi comme dans celles du groupe précédent, est toujours terminé en pointe, elles se rencontrent, dans des couches inférieures à celles où les Cordaïtes abondent.

Les *Poa-cordaïtes* possèdent des feuilles étroites, linéaires, entières, très longues, 40 centimètres, obtuses au sommet, parcourues par des nervures presque égales, simples ; ils se rencontrent dans le terrain houiller supérieur, mais non en compagnie des Cordaïtes.

Le cadre de ces leçons ne nous permet d'étudier que la première de ces sous-familles.

S. F. Cordaïtes. Depuis longtemps déjà, certaines parties détachées des tiges de *Cordaïtes* étaient connues, mais sous des noms divers désignant autant de genres différents.

Leur moelle isolée signalée par Artis (1825), désignée par lui sous le nom de *Sternbergia*, fut étudiée de nouveau (1), un peu plus tard, par Sternberg (1831) qui changea le nom de *Sternbergia* en celui d'*Artisia*.

Ce savant a rapproché les *Artisia* de certaines *Euphorbiacées*.

Dans son prodrome (1828), Brongniart incline à penser que ce pourraient être des Liliacées ; mais, dans son *Tableau des genres de végétaux fossiles* (1849), il croit qu'on a confondu sous ce nom des moelles de différentes plantes, et que les *Artisia* de Sternberg n'appartiennent nullement aux *Lomatophloios*, comme l'avait avancé Corda (1845) qui leur trouvait une certaine ressemblance avec la moelle cloisonnée de l'*Euphorbia neriifolia*.

En 1837, Lindley et Hutton ont décrit (3) le *Sternbergia approximata*, sans oser se prononcer sur ses affinités botaniques; M. Williamson avait avancé, dès 1846, que les *Artisia* n'étaient rien autre chose que des moelles volumineuses offrant des diaphragmes transversaux, et rappelant, sous de plus grandes dimensions, les moelles de quelques *Juglandées, Jasminées, Euphorbiacées*, etc.

Geinitz (1862) (4) déclare avoir trouvé des *Artisia* mêlés à des feuilles de Cordaïtes.

M. Grand'Eury (5) a prouvé que cette forme de moelle très commune à Saint-Etienne, était entourée par un bois de *Conifère* recouvert d'une écorce portant la surface caractéristique des *Cordaicladus* (rameau de Cordaïte) ; il a reconnu également que le bois désigné par Gœppert sous le nom *d'Araucarites Brandlingii*, possédait une moelle d'*Artisia*, et grâce à des échantillons carbonatés que ce savant a donnés au Muséum, j'ai constaté la dépendance absolue entre la moelle cloisonnée (Artisia), le bois d'*Araucarites* et l'écorce recouvrant les rameaux de Cordaïte. Nous allons examiner successivement la *moelle*, le *bois*, l'*écorce*, les *racines*, les *feuilles*, les *inflorescences* mâles et femelles, et les *graines* des Cordaïtes.

(1) *Fossiflora der Vorwelt*, tab. 53.
(2) *Beitrage zur Flora der Vorwelt*, tab. 5.
(3) *Loc. cit.*, 3e vol., p. 187.
(4) *Diaz*, p. 150, t. XXXIV.
(5) *Flore carbonifère du département de la Loire*, p. 249.

MOELLE.

Isolés, les *Artisia* sont des corps prismatiques à côtés variables en nombre, marqués de sillons transversaux, étroits, rapprochés, s'anastomosant quelquefois les uns avec les autres; ces sillons sont les traces laissées, par les bandes médullaires, transversales qui séparaient le cylindre médullaire en autant de cavités complètement vides, pendant la vie du végétal.

La figure 12, planche 12, représente une coupe longitudinale d'un jeune rameau de Cordaïte grossi dix fois; on voit nettement les cloisons transversales *a*, qui se sont produites par le déchirement de la moelle, à des intervalles presque réguliers; ces cloisons sont formées par des cellules plus allongées dans le sens transversal qu'en hauteur, et leurs parois ne sont pas perforées.

Dans la portion périphérique voisine du cylindre ligneux, la moelle n'est pas divisée en diaphragmes, les cellules de cette région sont plus hautes que larges, leurs parois se montrent percées de ponctuations irrégulières (*fig.* 1, *pl.* 13). La vie y a persisté plus longtemps que vers le centre, et elles ont pu suivre le développement en longueur du rameau sans se séparer sous forme de lames.

BOIS.

Le bois de Cordaïtes connu sous le nom de *Dadoxylon* Endl. d'*Araucarites* Goepp, est composé de trachéides ligneuses dont les faces latérales portent des ponctuations aréolées, disposées en plusieurs rangées, comme cela arrive dans les *Araucaria*.

Lindley, Hutton et Witham ont décrit un bois de Conifère, sous le nom de *Pinites Brandlingii*, qui n'est autre chose qu'un bois de Cordaïte.

La figure 11, planche 12, représente une coupe transversale d'une portion d'un jeune rameau de *cordaïte* passant entre deux diaphragmes médullaires. En *b*, on voit la portion de la moelle en-

core adhérente au cylindre ligneux. Ce dernier apparaît comme formé de deux parties distinctes, l'une plus interne entourant la moelle, l'autre plus extérieure, et plus développée.

La première est formée dans sa portion la plus intérieure, de trachéides annelées et spiralées (*fig.* 1, *pl.* 13), puis plus extérieurement de trachéides rayées et réticulées séparées par des rayons médullaires; l'importance de cette première zone varie suivant les échantillons et peut être formée en épaisseur de quinze à vingt rangées de trachéïdes. C'est de sa partie interne située du côté de la moelle que partent les faisceaux vasculaires qui se dirigent vers les feuilles.

Les trachéides de cette zone passent graduellement, par l'écartement des raies de leurs parois, à la forme de trachéides ponctuées qui caractérisent la deuxième zone ligneuse. Cette dernière d'une épaisseur considérable, dans les gros troncs, est toujours formée de trachéides, à ponctuations aréolées, disposées en séries rayonnantes et séparées par des rayons médullaires.

Les aréoles sont en contact et leur contour prend une forme hexagonale par leur pression mutuelle. Leur centre est marqué d'un pore, en forme de fente inclinée relativement à la longueur de la trachéide, les bords de la fente plus ou moins écartés peuvent figurer une ellipse ou un cercle. Dans les échantillons de mauvaise conservation, les pores occupent toute l'étendue des aréoles, qui, alors, ne se distinguent plus que par le réseau hexagonal formé par leurs bords. Sur les échantillons bien conservés, on voit que les ponctuations sont disposées en quinconce sur deux ou trois rangées rectilignes. Lorsque deux trachéides contiguës par leurs faces latérales, n'ont pas été déplacées et que leurs parois sont intactes, le pore parait formé de deux ellipses qui se croisent sous un angle plus ou moins ouvert. Certaines espèces de Cordaïtes ne présentent pas cette particularité, soit parce que la fente a une obliquité moins favorable, soit parce que le pore se rapproche trop de la forme circulaire.

En coupe tangentielle, les trachéides se montrent sans ponctuations, elles sont séparées par des rayons médullaires formés de deux ou trois rangées de cellules quand ils correspondent aux rayons principaux (ceux qui séparent les coins de bois) et d'une seule si ce sont

des rayons secondaires (ceux qui sont développés dans les coins de bois). On compte de 4 à 16 files de cellules sur la hauteur du rayon.

Dans les coupes radiales du bois un peu étendues, on remarque des couches alternantes de trachéides dont le diamètre varie entre $0^{mm},025$ et $0^{mm},04$, les parois portent 2 à 4 rangées de ponctuations; comme ces couches sont concentriques et composées de 5 à 6 fibres en épaisseur, elles indiquent des périodes d'activité différentes dans la végétation.

ÉCORCE.

Dans les jeunes rameaux (*fig.* 11, *pl.* 12), l'écorce se montre formée de dedans en dehors, d'une couche *g* en contact avec la zone génératrice, colorée, renfermant les éléments du liber, mais mal conservés, plus extérieurement une couche de cellules à section rectangulaire douée d'une très grande vitalité comme nous le verrons.

En dehors se trouve une assise épaisse de cellules parenchymateuses au milieu de laquelle on remarque des canaux à gomme et des îlots de tissu hypodermique ou libriforme se présentant tantôt en groupes arrondis, tantôt sous forme de lames parallèles qui s'avancent plus ou moins profondément dans la couche de parenchyme cortical; ces îlots ou ces bandes s'élèvent de haut en bas, presque parallèlement les uns aux autres, sans former de réseau, rarement ils s'anastomosent. A leur intérieur ou sur leurs bords, on voit souvent des canaux à gomme. Ces bandes fibreuses produisent à la surface des rameaux, des saillies longitudinales, qui lui donnent un aspect cannelé, lorsque le tissu parenchymateux intercalaire s'est desséché.

Dans les tiges âgées, l'écorce prend un accroissement très grand, dû au développement extraordinaire de quelques-unes de ses parties.

D'après M. Grand'Eury, les enveloppes charbonneuses des grandes tiges de Cordaïtes sont épaisses et compactes; par leur masse, elles ont pris une part notable dans la formation de la houille où leur cassure brillante peut jusqu'à un certain point, les faire re-

connaître. Elles ont une grande tendance à se diviser, en lames tangentielles concentriques par exfoliation.

Sur une coupe transversale, d'un fragment d'écorce encore adhérente à du bois de *Cordaïtes* et minéralisé par du carbonate de fer et de chaux, il m'a été possible de reconnaître une série de bandes concentriques alternativement plus ou moins foncées, séparées du bois par une couche épaisse de parenchyme.

Les couches noires ont une cassure brillante et présentent l'aspect et les propriétés de la houille, tandis que les couches grises, à cassure terne, sont plus ou moins minéralisées.

Sur une coupe *tangentielle* un peu oblique (*fig.* 4, *pl.* 13), intéressant deux zones successives, on remarque que ces couches concentriques sont formées des mêmes éléments, mais répartis en proportions différentes.

Dans la zone minéralisée, on observe des trachéides ponctuées séparées par des lames cellulaires de deux ou trois rangées de cellules en épaisseur, sur 4 à 16 en hauteur. Les trachéides offrent les ponctuations sur leurs faces *antérieures et postérieures.*

La région la plus foncée renferme quelques trachéides ponctuées, mais ce qui prédomine surtout, ce sont les lames cellulaires concentriques, formées d'éléments muriformes. A cause de sa structure cellulaire, elle n'a pu être minéralisée aussi facilement que les zones voisines.

Les zones concentriques ternes sont donc formées de couches ligneuses successives, et sont séparées par des couches noires cellulaires, beaucoup moins riches en éléments ligneux.

Dans quelques échantillons, ces productions ligneuses, au lieu d'affecter une disposition concentrique, se montrent sous l'aspect d'îlots isolés les unes des autres dans le parenchyme cortical. La partie tout à fait extérieure de l'écorce qui renferme les bandes hypodermiques que nous avons constatée, dans les jeunes rameaux paraît avoir disparu, et s'être détachée de l'écorce des vieilles tiges.

RACINE.

Au milieu des mêmes fragments silicifiés qui renferment les rameaux, feuilles, fleurs... des Cordaïtes, on trouve souvent des débris de racines, dont la structure offre une analogie suffisamment grande avec celle des tiges, pour qu'on puisse les regarder comme ayant appartenu à ces dernières.

La figure 5, planche 13, montre une section transversale de l'une de ces racines décortiquée.

Le bois primaire est formé de deux lames qui, en se développant, se sont rejointes au centre pour constituer un faisceau unique. Le bois secondaire, largement développé est formé de trachéides ponctuées. Sur leurs faces latérales se trouvent des ponctuations placées sur deux ou trois rangées longitudinales, indiquées seulement par le réseau hexagonal produit par les bords des aréoles en contact. Le diamètre des trachéides varie de $0{,}03^{mm}$. à $0{,}05^{mm}$, il est donc un peu plus considérable que celui des éléments de la tige, caractère qui concorde avec ce que l'on observe en général chez les plantes vivantes, quand on compare les dimensions relatives des fibres ligneuses de la tige, avec celles de la racine dans un même végétal.

La partie de la racine la plus développée est l'écorce (*fig.* 6, *pl.* 13). En dehors de la portion libérienne, comme toujours, mal conservée, on trouve deux couches très distinctes : l'une est formée de cellules polyédriques assez régulières, l'autre se compose de cellules à sections rectangulaires, disposées en lignes rayonnantes, qui doivent être considérées comme des cellules subéreuses. La couche génératrice du liège est indiquée par une zone plus foncée, due au protoplasma qu'elles renfermaient en proportion plus grande. Cette couche épaisse de suber formait autour de l'axe ligneux de la racine une enveloppe sinueuse et contournée.

CHAPITRE VIII

FEUILLES (*fig.* 1, *pl.* 12).

Comme nous l'avons dit précédemment, les feuilles de *Cordaïtes* étaient elliptiques, obovales, arrondies au sommet, atteignant dans les cas extrêmes près de 1 mètre de longueur sur une largeur de 15 à 20 centimètres. Ces feuilles sont extrêmement abondantes, surtout dans le terrain houiller supérieur, où on les trouve en si grandes masses dans quelques bassins houillers du centre de la France qu'elles y caractérisent un étage par leur prédominance.

Très souvent à leur surface on distingue des rides transversales entre les nervures, ces rides qui sont absentes dans les feuilles de Dorycordaïtes et dans celles des Poa-Cordaïtes s'expliquent facilement, par les détails de leur structure anatomique, comme nous le verrons.

Les premières feuilles de Cordaïtes ont été signalées par Sternberg (1820), mais il regardait le groupe qu'il a figuré, comme une seule feuille divisée, disposée en éventail, il la place parmi les palmiers, sous le nom de *Flabellaria borassifolia*.

En 1845 Corda a décrit (1) un rameau terminé par une touffe de ces organes, les figures 2 et 3 de Corda montrent à la surface des feuilles quelques détails de structure assez exacts. Mais dans la constitution du bois du rameau, ce savant n'a signalé que des vaisseaux scalariformes qui entourent la moelle, sans parler des trachéïdes ponctuées, qui devaient exister plus en dehors, il range ce rameau feuillé parmi les *Flabellariées*. Unger (2) se fondant sur la nature du bois entièrement scalariforme ? et sur l'absence de

(1) *Beitrage zur Flora der Vorwelt*, tab. XXIV, fig. 1.
(2) *Cenera et species*, p. 257, 1850.

rayons médullaires? place ce rameau dans l'ordre des Lycopodiacées et lui donne le nom de *Cordaïtes borassifolius*. De son côté, dans son tableau des *genres de végétaux fossiles* Brongniart qui désigne le Flabellaria de Sternberg, sous le nom de *Pycnophyllum borassifolium* le rapproche des feuilles de *Noeggerathia*, type voisin des Cycadées et des Conifères.

M. Grand' Eury a pu rattacher d'une manière certaine ces feuilles à des rameaux qu'il a désigné sous le nom de *Cordaicladus*, lesquels nous avons vus être des rameaux de Cordaïtes, et dont nous connaissons actuellement la structure.

Le nombre de feuilles de Cordaïtes que l'on trouve à l'état silicifié est considérable, elles se présentent soit mélangées à d'autres débris de Cordaïtes (bourgeons, graines, rameaux, etc.), soit superposées parallèlement les unes aux autres en couches de plusieurs centimètres d'épaisseur, affectant ainsi la même disposition que celles qui se rencontrent transformées en houille.

Des préparations faites dans de la houille paraissant à l'extérieur uniquement formée de feuilles de Cordaïtes laissent voir les cuticules supérieures et inférieures de ces feuilles, sous la forme de lignes plus transparentes, parallèles, ayant conservé le moulage très net des cellules épidermiques sous-jacentes, la distance des deux cuticules est de 7 millimètres, tandis que dans les feuilles silicifiées, cette distance est de 5 millimètres à 7 millimètres en moyenne. Les feuilles en se transformant en houille, ont donc subi une réduction considérable, puisque celle-ci n'est plus que le 1/10 de l'épaisseur primitive; aussi le parenchyme de la feuille contracté et pénétré de la matière ayant formé la houille est lui-même transformé en cette matière, par la condensation moléculaire avec déshydratation, dont nous avons parlé au commencement de ces leçons, ne se laisse-t-il que très rarement distinguer, et dans le cas seulement ou ses cellules qui ont diminué de volume, n'ont pas été complètement remplies.

Nous décrirons ici parmi les feuilles silicifiées, et dont on connaît la structure, celles qui ont pu être identifiées, avec quelque probabilité, avec les feuilles trouvées à l'état d'empreinte.

C. *Tenuistriatus* (Gr) B. R. (*fig.* 2, *pl.* 12.)

L'épiderme de la face supérieure de la feuille se prolonge en forme de papilles et recouvre une couche de deux ou trois rangs de cellules en palissade et rempli de silice colorée.

Au centre de chaque nervure on voit un faisceau vasculaire composé, en dessus, de vaisseaux ponctués et scalariformes, dont la pointe, tournée du côté de la face inférieure de la feuille, est occupée par une ou deux trachées. Autour du faisceau se trouve une gaîne formée de cellules volumineuses prismatiques, dont les parois sont marquées de pores, le plus souvent le tissu existant entre le faisceau et sa gaîne, n'a pas été conservé (1).

Au-dessus et au-dessous du faisceau se trouvent deux bandes de tissu *hypodermique* qui accompagnent le faisceau sur toute sa longueur et concourent avec lui à former le relief de la nervure.

La face inférieure est limitée par une couche de cellules arrondies, dont le contenu est de couleur foncée, ainsi que par un épiderme à cellules rectangulaires. Entre cette couche et celle qui renferme les cellules en palissade, et dans l'intervalle des nervures, on distingue un parenchyme lâche formé de cellules allongées transversalement.

Ce tissu lacuneux a cédé à une compression extérieure, de sorte que les deux faces de la feuille s'étant rapprochées entre les nervures, celles-ci forment une saillie plus apparente que lorsque la feuille était vivante.

Loc. Saint-Etienne.

C. *Angulosostriatus* (Gr), B. R. (*fig.* 3, *pl.* 12).

La figure 3 représente la coupe transversale d'une feuille très épaisse, charnue, qui, par la consistance et par la disposition des nervures complètement noyées dans l'épaisseur de la feuille, rappelle les feuilles du C. *Angulosostriatus*, (Gr). On sait que ces dernières ont laissé une couche épaisse de houille, et qu'elles ont pu atteindre 1 mètre de longueur sur 15 centimètres de largeur.

(1) Ce tissu est formé de quelques trachéides ponctuées représentant la portion centrifuge du cordon, et des éléments du liber, que l'on retrouve, du reste, sur quelques échantillons bien conservés.

La distance des nervures est de 0,6^{mm}. entre les bandes hypodermiques qui accompagnent les nervures, il s'en trouve trois autres plus petites à la face supérieure et inférieure, mais les nervures secondaires auxquelles elles auraient pu donner naissance sur les empreintes, sont dissimulées dans la couche de houille laissée par le parenchyme.

Le faisceau vasculaire *a* formé de gros vaisseaux ponctués et rayés a sa pointe occupée par des trachéides spiralées. Au-dessous du faisceau en *b*, se trouvent des vaisseaux ponctués représentant la portion centrifuge du cordon foliaire, en *d*, on voit un anneau formé de cellules prismatiques à parois poreuses disposées sur plusieurs rangs et qui forment la gaîne du faisceau.

La partie supérieure de la feuille est occupée par une couche épaisse de cellules polyédriques, remplies de silice colorée qui se distinguent de celles de la face inférieure en ce qu'elles sont plus serrées, et plus foncées.

La portion lacuneuse du parenchyme est presque complètement détruite, l'épaisseur de la feuille dépasse 1 milimètre.

Loc. Saint-Étienne.

C. *Rhombinervis*, (Gr.) (*fig.* 4).

Dans cette feuille les nervures sont également espacées et à une distance de 0,4^{mm}. les bandes hypodermiques sont triangulaires et produisent des reliefs accusés à la surface de la feuille. Le faisceau vasculaire a encore sa pointe trachéenne tournée vers la face inférieure, il est muni d'une gaîne de cellules prismatiques à parois poreuses. Cette feuille est commune dans les silex de Saint-Étienne.

C. *Lingulatus* (Gr). B. R. (*fig.* 5).

Feuille plus épaisse que la précédente, nervures distantes de 0,6^{mm}. couche de cellules en palissade bien caractérisée et formée de deux ou trois rangées, bandes hypodermiques en même nombre que les faisceaux vasculaires, se présentant sur les empreintes, sous la forme de nervures nettes et égales. Le faisceau vasculaire a ses trachées tournées du côté de la face inférieure de la feuille, et un arc de vaisseaux ponctués qui le contourne, représente les restes de la partie exogène du cordon foliaire,

C. *Principalis* (Germ.) B. R. (*fig.* 6).

Cette feuille se distingue par trois ou quatre petites bandes de tissu hypodermique placées entre les bandes principales qui accompagnent les vraies nervures; à la face inférieure de la feuille, il n'y a qu'une seule bande hypodermique, entre deux nervures, mais elle est plus considérable.

Les empreintes laissées par la face supérieure et par la face inférieure de cette feuille, sont donc *différentes* sous le rapport de la nervation, la distance des reliefs qui correspondent aux faisceaux vasculaires est distante de $0{,}45^{mm}$. Le faisceau vasculaire a la même constitution que celui des feuilles précédentes.

Loc. Saint-Étienne.

C. crassus, B. R. (*fig.* 7).

Bandes d'*hypoderme* correspondant aux faisceaux vasculaires peu marquées, feuilles épaisses et charnues, distance des faisceaux vasculaires $0{,}7^{mm}$; entre eux se trouvent des bandes hypodermiques qui en dessous pénètrent profondément dans le parenchyme; concurremment avec les faisceaux vasculaires, ces bandes ont dû former sur les empreintes, des nervures dès lors distantes de $0{,}35^{mm}$ environ à la face inférieure des feuilles. Le faisceau vasculaire est séparé de la gaîne par du tissu cellulaire délicat et bien conservé. Le parenchyme situé entre les nervures est moins lacuneux que dans les feuilles précédentes, et un assez grand nombre de cellules qui le composent se trouvent remplies d'une matière colorée.

Loc. Saint-Étienne.

Sur une coupe longitudinale (*fig.* 8), dirigée perpendiculairement au limbe, et un peu oblique par rapport à un des faisceaux vasculaires des nervures, on reconnait facilement l'épiderme de la face supérieure recouvrant la couche de cellules en palissade, au bas de la figure on voit une portion de la bande hypodermique *h* qui accompagne le faisceau vasculaire.

En *d* sont des cellules à section longitudinale rectangulaire et à parois poreuses, de la gaîne du cordon foliaire.

Le faisceau vasculaire est formé de deux ou trois gros vaisseaux ponctués *v*, de un ou deux vaisseaux rayés *a* accompagnés de quelques trachées, celles-ci sont placées, comme nous le savons, vers la pointe du faisceau, du côté de la face inférieure de la feuille. On voit en *b* de fins vaisseaux ponctués qui entourent cette pointe sous la forme d'un arc et qui représentent les *restes* de la portion centrifuge du cordon foliaire.

En *d'* se trouve la partie inférieure de la gaîne du faisceau, en *p'*, le parenchyme lâche de la feuille limitée par l'épiderme *ép'*, dans lequel on constate la présence d'un assez grand nombre de stomates, disposés en quinconce sur cinq à six lignes parallèles aux nervures, et au nombre de 150 environ par millimètre carré.

Sur une coupe longitudinale parallèle au plan de la feuille, on peut noter les détails suivants (*fig.* 10).

a, *a* vaisseaux ponctués qui appartiennent à deux faisceaux voisins — *d* cellules de la gaîne à parois poreuses; quelques-unes sont vides, d'autres sont remplies de silice brune et granuleuse, entre cette gaîne et le faisceau, l'intervalle est occupé par des cellules allongées à minces parois, *c*.

Le parenchyme placé entre deux nervures présente de nombreux méats *l* limités par des bandes cellulaires *m*, dirigées à la fois perpendiculairement au limbe et à deux nervures voisines, quelquefois ces lames se divisent et s'anastomosent entre elles. Les *rides transversales* qui caractérisent sur les empreintes, certaines feuilles de *Cordaïtes* sont dues à ces cloisons cellulaires existant entre les nervures.

Si l'on se rappelle la structure signalée précédemment pour les feuilles de Zamiées, on reconnaîtra une grande analogie entre les différentes parties qui constituent ces feuilles et celles de Cordaïtes. Il ne faut pas s'attendre toutefois à une identité absolue de structure entre des organes similaires il est vrai, mais appartenant à des familles différentes d'une même classe.

CHAPITRE IX

INFLORESCENCES

La première des inflorescences de *Cordaïtes* a été figurée par Lindley et Hutton (1833) sous le nom de *Antholithus pitcairniæ*. Ces savants l'ont comparée à une inflorescence de *Pitcairnia* (Broméliacées). Grâce aux recherches de MM. Goldenberg, Dawson, Carruthers, Grand'Eury, etc., nous savons maintenant que cette inflorescence et plusieurs autres analogues ont porté certains Carpolithes, tels que : *Cordaicarpus, Rhabdocarpus*, etc., et qu'elles appartiennent aux Cordaïtes.

Les inflorescences de Cordaïtes se présentent sous la forme de régimes, mâles ou femelles séparés (*fig.* 8. *pl.* 13), se développant soit à l'aisselle des feuilles, soit à une certaine distance, pour ainsi dire au hasard sur le tronc, les graines mettaient un certain temps pour mûrir; on a trouvé des troncs dont les feuilles étaient déjà tombées et portant encore des inflorescences qui n'avaient pas encore achevé leur maturité.

Je vais indiquer quelques inflorescences remarquables qui sont rapportées aux Cordaïtes, trouvées soit à l'état d'empreintes, soit à l'état silicifié.

1. *Cordaianthus pitcairniæ* (L. et H.), Goldenberg (*fig.* 7, *pl.* 13).

Inflorescence munie d'un axe assez robuste, portant des bourgeons floraux séparés, distiques ou opposés, sessiles ou faiblement pédicellés, ovoïdes, allongés, renflés dans leur partie moyenne, protégés par un certain nombre de bractées, serrées, longues, dont les extrémités libres s'écartent en se recourbant. Entre les bractées, se trouvent probablement plusieurs ovules.

2. *Cordaianthus Lindleyi*. Carruth. (*fig*. 9).

Axe assez robuste, fleurs entourées de bractées lancéolées peu serrées, en nombre variable. La graine est fixée à l'extrémité d'un pédoncule allongé, plus ou moins recourbé ; elle est cordiforme, divisée en deux pointes à son extrémité et mesure 1 centimètre de longueur sur 7 millimètres de largeur.

Loc. Houillères de Falkirk (Angleterre).

Parmi les Antholithes silicifiés appartenant aux Cordaïtes, je citerai les espèces suivantes, qui toutes ont été rencontrées dans les magmas silicifiés de Saint-Étienne.

FLEURS MALES.

1. *Cordaianthus Penjoni*. B. R. (*fig*. 1, 2 et 3, *pl*. 14).

Cône mâle d'environ 1 centimètre de longueur, renfermant un nombre variable de fleurs disposées en spirale sur un axe assez robuste, au milieu de bractées stériles ; les fleurs sont composées de deux ou trois étamines, qui se composent d'un filet, sorte de bractée légèrement modifiée, portant 3 ou 4 anthères ; ces anthères, libres en dessus, sont soudées à leur base, mais il n'est pas rare de les trouver désarticulées et isolées du filet. La déhiscence se faisait longitudinalement par la séparation de la loge en deux valves, comme le montre la figure 3 ; les anthères du centre, coupées transversalement, à demi ouvertes, sont encore pleines de pollen.

Cette espèce est caractérisée par un nombre assez considérable de fleurs disposées en spirale sur tout le pourtour de l'axe, comme les bractées stériles dont elles ne sont qu'une modification, l'axe du cône se continue en une sorte de prolongement *p*, terminé en plateau circulaire, sur les bords duquel se trouve un cercle d'étamines de différents âges, les plus internes étant les plus courtes, par conséquent les plus jeunes.

2. *Cordaianthus Saportanus*. B. R. (*fig*. 4, *pl*. 14).

Les inflorescences que forme cette espèce se rencontrent iso-

lées sous la forme de cônes courts, portant les bractées stériles qui composent l'involucre floral. Sa longueur est d'environ 7 millimètres. Au centre, on remarque un groupe de quatre loges réunies à leur base, le filet qui soutenait ces loges n'a pas été conservé dans la préparation. Au-dessus de ce groupe s'en trouvait un deuxième dont il ne reste que quelques traces.

Les anthères n'étaient pas encore ouvertes, car toutes les loges sont pleines de pollen. A leur base, on distingue les filets vasculaires qui viennent aboutir à chaque loge.

Les étamines, dans cette espèce, étaient toutes groupées au centre du cône.

POLLEN.

Les grains de pollen, disséminés dans les magmas siliceux, paraissent avoir été répandus à cette époque en profusion aussi grande que la poussière fécondante de nos conifères actuelles.

Lorsque le grain est encore contenu dans l'anthère, ses dimensions sont $0^{mm},09$ et $0^{mm},05$, suivant le grand et le petit axe de l'ellipsoïde, dont ils affectent la forme. La surface extérieure de l'exine paraît finement réticulée. Le grain échappé de l'anthère possède des dimensions un peu plus grandes, $0^{mm},12$ et $0^{mm},07$; il y a donc eu un accroissement linéaire d'un tiers environ ; l'intine offre une particularité remarquable. Dans ceux qui ne sont pas encore libres, elle se présente sous la forme d'une petite sphère occupant une portion de la cavité de l'exine. Souvent on ne distingue qu'une enveloppe continue, mais souvent aussi, même avant que les grains soient sortis de l'anthère, on voit une division cellulaire plus ou moins avancée, division qui s'accuse davantage dans les grains à l'état de liberté, et surtout dans ceux qui ont séjourné pendant quelque temps dans la chambre pollinique. Il semble donc que les grains de pollen, lors de leur sortie de l'anthère n'étaient pas encore aptes à effectuer la fécondation, qu'ils avaient besoin d'une deuxième évolution qui s'effectuait pendant leur séjour dans l'intérieur de la

chambre pollinique, là la division cellulaire commencée dans l'anthère s'achevait et amenait la maturité du grain.

Dans le pollen vivant, on a constaté l'existence de nucleus qui rappellent ce qui se passait autrefois; la différence porte en partie sur ce que les nucleus des végétaux de notre époque, ne s'entourent pas d'une membrane, tandis que ceux des plantes qui nous occupent s'environnaient d'une enveloppe (1).

La chambre pollinique observée dans toutes les graines silicifiées d'Autun et de Saint-Etienne avait donc un rôle dont l'importance est indiquée par la constance et le développement qu'elle affecte; elle offrait un abri aux grains de pollen qui pouvaient continuer à s'y développer et attendre, après cette sorte d'incubation, le moment favorable à la fécondation.

FLEURS FEMELLES.

Cordaianthus Williamsoni, B. R. (*fig.* 1, *pl.* 15).

Dans tous les cônes de Cordaïtes étudiés, les jeunes graines se rencontrent solitaires, à l'extrémité de petits axes secondaires très courts, entourés eux-mêmes de quelques bratéoles. Ces axes se développeront plus tard et formeront les pédoncules que nous avons signalés dans le *Cordaianthus Lindleyi;* leur nombre varie suivant l'espèce de Cordaïte et suivant la portion de l'axe du cône que l'on examine.

La coupe longitudinale représentée figure 1, planche 15, en partie tangentielle, montre àdroite et à gauche deux graines, dont l'une est coupée par son milieu, l'autre est seulement rencontrée dans son enveloppe externe.

La graine de gauche est représentée plus grossie, figure 2, le tégument externe, qui restera charnu est celui qui prend tout d'abord le plus d'accroissement; il est formé de cellules polyédriques, leurs

(1) On sait pourtant que les grains de pollen des *Cupressinées*, des *Abiétinées*, etc., ont une intine divisée en 4 cellules, d'après MM. Schact, 2 d'après M. Strassburger et 3 d'après M. Hofmeister; que dans les Cycadées le même phénomène a été observé. Ce serait là un curieux exemple d'atavisme.

parois sont peu distinctes, tandis que leur contenu est fortement coloré en brun.

Le deuxième tégument adhérent au premier, dans toute la partie supérieure de la graine, ne consiste tout d'abord qu'en une couche mince, qui, en vieillissant, formera l'enveloppe dure la plus interne de la graine.

On voit que la base de la graine est traversée par le faisceau chalazien qui en arrivant près du nucelle, se divise en trois parties : l'une s'étale en forme de coupe au-dessous de lui, les deux autres s'élèvent latéralement entre les deux téguments en suivant le plan principal de la graine.

La portion du faisceau vasculaire étalée en forme de coupe à la base du nucelle, se divise en ramifications qui s'élèvent au tiers environ de sa hauteur; dans la figure 2, le nucelle n'apparaît plus que sous la forme d'une membrane desséchée et rétractée de $0^{mm},7$ de hauteur dont le contenu a disparu; son sommet est surmonté d'une espèce de cône de $0^{mm},5$ de longueur ; les cellules qui le forment, encore distinctes, entourent un canal qui conduit à la chambre pollinique.

Cordaianthus Grand'Euryi, B. R. (*fig.* 5, *pl.* 14).

L'axe sur lequel était insérée la jeune graine n'a pas été conservé dans la préparation, ainsi qu'une autre graine, opposée à la première, également sacrifiée.

Le nucelle est adhérent au fond de la cavité formée par les téguments au lieu d'en être plus ou moins éloigné, comme dans l'espèce précédente.

La préparation assez heureuse passe par la section principale d'un ovule, surpris par la pétrification au moment même de la pollinisation.

Le diamètre transversal du tégument est de 3 millimètres ; sa hauteur était de 6 millimètres ; le nucelle mesure $1^{mm},5$ en hauteur et $0^{mm},7$ en largeur ; de sa base partent deux faisceaux vasculaires qui, après s'être recourbés, montent à droite et à gauche dans le plan principal de la graine, appliqués contre le tégument externe.

A la partie supérieure du nucelle, se voit la chambre pollinique; dans son intérieur, on distingue nettement deux grains de pollen

bien conservés et dans le canal pollinique à peine long de 3 millimètres, deux autres grains l'un à la suite de l'autre en voie de pénétrer dans cette cavité. Le tissu du canal semble s'élargir sur le passage des grains (*fig.* 6). Il est vraisemblable, en effet, que leur introduction dans la chambre pollinique était déterminée, comme elle l'est de nos jours, par une gouttelette liquide sécrétée par le nucelle en se desséchant et en se retirant à mesure dans la chambre pollinique elle y entraînait les grains tombés à sa surface. Ce canal pollinique est formé par des cellules dont le grand axe est perpendiculaire à la direction du canal; vers l'extrémité supérieure, elles sont au contraire, comprimées et déplacées par le passage des grains. Ceux-ci offrent distinctement cette division cellulaire de l'intine indiquée plus haut.

Le nucelle ne renferme pas encore de sac embryonnaire à cause de sa jeunesse; cet organe, de même que chez les Gymnospermes actuels, n'apparaissait que tardivement dans le nucelle des Cordaïtes, et seulement après l'arrivée du pollen dans l'ovule.

Cordaianthus Zeilleri, B. R. (*fig.* 3, *pl.* 15).

Dans cette espèce, les graines plus ou moins nombreuses étaient disposées en spirale autour de l'axe. La coupe transversale intéresse quatre de ces dernières et passe au-dessus de l'extrémité du rameau qui les portait, car le centre n'est occupé que par quelques bractées. Le tégument externe des graines est assez développé, son contour est sinueux et fortement coloré ; le tégument interne n'est pas encore formé, ou bien ses premiers développements ont disparu ; cependant on voit, à la face interne de l'enveloppe et sur les côtés, les faisceaux vasculaires *ve* caractéristiques des graines de Cordaïtes.

Les Cordaïtes ont laissé des graines nombreuses ; la résistance de la coque dure leur a permis de se conserver facilement soit sous forme d'empreintes, soit à l'état pétrifié, aussi la quantité d'espèces ou de variétés reconnues actuellement est trop considérable pour qu'il me soit possible de les énumérer dans ces leçons ; je ne ferai qu'indiquer leur structure générale et citer quelques espèces à titre d'exemples.

CHAPITRE X

GRAINES.

Les graines de Cordaïtes se distinguent par les caractères suivants tirés de leur organisation.

Les téguments sont au nombre de deux.

Le plus externe est de consistance charnue, quelquefois parcouru par des cellules très allongées de nature fibreuse (*Rhabdocarpus*), et généralement parsemé de lacunes à gomme.

Le plus interne, au contraire, formé de cellules fortement lignifiées rappelle la coque dure des fruits à noyaux.

Très souvent, dans les magmas siliceux, cette enveloppe seule a persisté à cause de sa résistance, l'autre a disparu par l'effet de la pourriture ou de toute autre cause.

Les ovules sont orthotropes, dressés, le sommet du nucelle est toujours occupé par la chambre pollinique ; cette chambre est relativement peu développée chez les Cordaïtes, comparée à celles d'autres graines fossiles (*Codonospermum, Pachytesta*, etc.). Le canal pollinique est au contraire allongé et son extrémité s'engage souvent dans le canal micropylaire des enveloppes extérieures.

Lorsque la graine est développée, la chambre et son canal ne se voient plus guère que comme une petite masse brune spacélée, placée au-dessus de l'endosperme.

Dans aucune des graines de Cordaïte silicifiées trouvées et préparées jusqu'à ce jour, je n'ai rencontré d'embryon, même dans celles qui paraissaient avoir atteint leur développement complet, et pourtant souvent l'endosperme bien conservé, renfermait deux ou plusieurs corpuscules.

Ce fait qui paraît extraordinaire, peut trouver son explication

dans les observations déjà citées de M. Warming sur les *Ceratozamia*. On sait que dans ces Zamiées l'embryon ne se développe que lorsque la graine a été placée dans le sol depuis un certain temps; il serait possible que certaines graines de l'Époque houillère, eussent présenté d'une manière générale et plus complète, cette particularité singulière qui ne se rencontre que rarement à l'époque actuelle.

Les grains de pollen, après avoir pénétré dans la chambre pollinique, y achevaient peu à peu leur développement, et pouvaient s'y conserver pendant un temps très long (1). Dans l'intervalle, et successivement le sac embryonnaire, l'endosperme, les corpuscules se développaient, les téguments extérieurs s'achevaient. Des lors le travail interne de développement de la graine subissait un arrêt, arrêt qui cessait lorsque celle-ci venait à trouver un terrain convenable pour germer. Il est à remarquer que le travail de la fécondation était suspendu plus tôt que dans les Ceratozamia, mais pour reprendre ensuite dans les mêmes conditions.

Les graines que nous trouvons à l'état silicifié et parfaitement constituées à l'extérieur, quant aux téguments, nous ont été conservées dans l'état de développement qu'elles possédaient au moment où elles se sont détachées, et qu'elles sont tombées dans les eaux chargées de silice. Ces dernières étaient incapables d'en réveiller la vie latente ou d'en favoriser l'évolution interne, elles n'ont pu que nous marquer le point précis où le développement s'était arrêté dans ces graines, et nous ne devons pas le regretter, puisqu'elles nous permettent de surprendre ainsi, un côté intéressant de leur existence.

Ces graines ont un double système de faisceaux vasculaires, l'un extérieur par rapport au noyau ligneux, l'autre qui lui est intérieur.

Le faisceau chalazien s'élève tout d'abord jusqu'à la base du nucelle, là, il se divise en deux branches qui, en s'incurvant à droite et à gauche vers le bas, traversent le noyau et s'élèvent ensuite des

(1) Dans beaucoup de graines, complètement développées, j'ai rencontré, dans la chambre pollinique des grains de pollen dont l'intine en contact avec l'exine était remplie de cellules et des corpuscules se trouvaient en même temps dans l'endosperme.

deux côtés dans le plan principal de la graine jusque vers le micropyle; ces deux branches forment le premier système, constant dans toutes les graines de Cordaïtes.

Le second système prend naissance immédiatement au-dessus du premier sous la base du nucelle, et forme en s'irradiant une espèce de cupule vasculaire, dont les ramifications s'élèvent dans la partie commune au nucelle et au tégument, jusqu'au tiers environ de ce dernier.

Cette organisation générale des graines de Cordaïtes a la plus grande analogie avec celle des graines de Cycadées que nous avons rappelées précédemment.

Comme il nous est impossible d'étudier en détail, les nombreux genres et espèces de graines de Cordaïtes découvertes dans les gisements silicifiés de Saint-Étienne et d'Autun, signalées ou décrites par A. Brongniart et, de plus, celles qui ont été recueillies à l'état d'empreinte dans diverses localités, nous nous contenterons de choisir quelques espèces dans les principaux genres, pour donner une idée générale de leur structure.

CORDAISPERMÉES.

G. Cordaispermum, Brongt.

Graines cordiformes, comprimées, échancrées à la base, *testa* formé de deux enveloppes (1) : l'une charnue, *sarcotesta;* l'autre, *Endotesta*, dure et ligneuse, composée de cellules fortement incrustées. Faisceau chalazien donnant naissance à deux systèmes vasculaires : l'un extérieur à l'*endotesta* et formé de deux faisceaux montant dans le plan principal de la graine jusqu'au *micropyle;* l'autre qui lui est intérieur et s'élève plus ou moins dans la région commune au nucelle et au tégument interne. Munies quelquefois d'une expansion membraneuse dans le plan principal, sous forme d'ailes latérales à

(1) Pour la facilité de la description, j'emploierai les mots *sarcotesta* et *endotesta*, en leur attribuant uniquement la signification de tégument mou, et tégument interne, celui de testa comprenant l'ensemble des deux téguments.

contour arrondi cordiforme, striées perpendiculairement à la surface de la graine et assez développées.

1° *Cordaispermum Gutbieri*, Geïnitz (*fig.* 7, *pl.* 14).

Graine cordiforme, ovale, légèrement acuminée au sommet, un peu plus haute que large, mesurant 18 à 20 millimètres de hauteur et 15 à 24 de largeur.

Loc. Couches houillères supérieures d'Oberhohndorf (Saxe), terrain houiller et silex de Saint-Étienne.

2° *Cordaispermum Lindleyi*, Carruth. (*fig.* 9, *pl.* 14).

Cette graine est renfermée dans le Cordaïanthus Lindleyi que nous avons décrit plus haut.

Les graines cordiformes, ovales, terminées en pointe bifide, mesurent 1 centimètre de longueur, sur 7 millimètres de largeur; elles sont supportées par un pédicelle allongé légèrement recourbé sous leur poids ; plusieurs s'échappent en même temps d'un périanthe formé de bractées, coriaces, linéaires, lancéolées.

Loc. Houillères de Falkirk (Angleterre).

3° *Cordaispermum cornutum*, Daws. (*fig.* 8, *pl.* 14).

Graine ovoïde, haute de 1 centimètre 1/2, plus large ou moins large que haute, albumen, ovale ou circulaire, acuminée au sommet, entourée d'une aile, cordiforme, et rétrécie à la base, s'élargissant au sommet et se terminant en deux cornes recourbées et conniventes.

Loc. Saint-John (New-Brunswick), terrain houiller supérieur de Saarbruck.

4° *Cordaispermum drupaceum*, Brongt. (*fig.* 4, 5, 6; *pl.* 15).

Ces graines ont des dimensions assez considérables, quand elles sont complètes, c'est-à-dire quand elles ont conservé le *sarcotesta* charnu qui les recouvre et qui atteint 6 à 7 millimètres d'épaisseur.

La figure 4 représente une graine qui n'a conservé que l'*endotesta* et qui mesure en hauteur 28 à 29 millimètres et en largeur 35 à 36 millimètres.

Les graines silicifiées de cette espèce atteignent 40 à 42 millimètres en hauteur et dépassent 43 millimètres en largeur, leur épaisseur est de 20 à 22 millimètres lorsqu'elles ont conservé leur enveloppe charnue. Elles sont donc plus larges que hautes, cordiformes, acuminées au sommet.

La figure 7, planche 15, permet de se rendre compte de la distribution des faisceaux vasculaires dans la graine.

Le faisceau chalazien, d'abord unique, émet avant de pénétrer dans le tégument ligneux, deux cordons latéraux qui s'élèvent à droite et à gauche dans le plan principal de la graine, jusque vers le *micropyle*. Dans la coupe transversale (*fig*. 6), on les retrouve de chaque côté de l'*endotesta* en *l*.

Arrivé à la base du nucelle, le faisceau vasculaire s'irradie et s'élève en formant une espèce de cupule dans la partie du nucelle soudée au tégument interne et qui atteint dans les *Cordaispermum* le tiers environ de la hauteur.

Les graines dont l'endosperme est conservé présentent à droite et à gauche, du mamelon central qui surmonte ce dernier, deux corpuscules placés dans le plan des carènes.

J'ai déjà fait remarquer que c'est l'état le plus avancé sous lequel les graines de Cordaïte silicifiées se sont rencontrées jusqu'à présent.

Cet état correspond à une organisation extérieure complète soit sous le rapport des dimensions, soit sous celui de la lignification des tissus.

La figure 8 représente en *e l'endotesta* composé de trois couches distinctes, *d d' d''* dont les éléments de formes différentes, comme on peut le voir, ont comme caractère commun d'être fortement lignifiés. Le *sarcotesta* lui-même assez complexe dans sa structure, présente 4 assises *g'' g' g* et *h*. La première *g''* du côté de *l'endotesta*, a ses cellules polyédriques notablement incrustées; elle renferme le faisceau des carènes *vl*. L'assise *g* est formée de cellules volumineuses polygonales, à parois percées de pores irréguliers et nombreux (*fig*. 10). Son épaisseur est creusée de lacunes *l* en assez grand nombre (*fig*. 7), jadis remplies de matières gommeuses. L'assise

extérieure *h* contient des cellules irrégulières polyédriques, souvent disjointes à parois très épaisses. L'épiderme *ep* est composé de cellules serrées allongées perpendiculairement à la surface de la graine, et se voit sous la forme d'une bande noire, limite extérieure de la graine. *Loc.* Grand-Croix, près Saint-Étienne.

5° *Cordaispermum Augustodunense,* Brongt, B.R. (*fig.* 11, *pl.* 15).

Graine circulaire quand elle est complète. Elle mesure 9 à 10 millimètres en hauteur, 7 à 8 en largeur et 5 à 6 en épaisseur, quand elle ne possède plus que l'*endotesta*, cas le plus fréquent.

Sarcotesta mou et peu consistant, l'*endotesta* est marqué à sa surface de dépressions irrégulières rappelant celles du noyau de la pêche, il est formé de cellules polyédriques dont les parois sont fortement incrustées.

Les deux systèmes de faisceaux, existent comme dans l'espèce précédente, mais les deux branches qui forment le système extérieur ne se séparent du faisceau chalazien, qu'après son entrée dans l'*endotesta*. Ces deux branches, après être montées quelque temps des deux côtés du faisceau chalazien en s'en écartant, se recourbent en dehors, en sortent et s'élèvent en suivant le contour de l'*endotesta* jusque vers le mécropyle.

La partie supérieure du nucelle renferme une chambre pollinique, surmontée d'un canal, dont les cellules sont disposées sur un seul rang tout autour du conduit intérieur, et ont leur grande dimension dirigée dans le sens transversal passant par l'axe du conduit. Ce dernier ainsi que la chambre pollinique renferment des grains de pollen.

On voit à la partie supérieure de l'endosperme deux corps ovoïdes, plaçés symétriquement dans le grand plan de la graine, à une petite distance du mamelon terminal et qui représentent les corpuscules.

Loc. Dans les magmas silicifiés du terrain houiller supérieur d'Autun.

Nous pourrions multiplier la citation ou la description des espèces qui appartiennent à ce genre, mais celles que nous venons de décrire sont suffisantes pour en donner une idée.

G. DIPLOTESTA, Gr.

Ce genre renferme des graines globuleuses, presque aussi hautes que larges, peu comprimées. Elles se distinguent facilement par la présence de deux zones bien limitées, l'une intérieure *endotesta*, de couleur brune, l'autre plus extérieure *sarcotesta*, beaucoup moins foncée. La consistance plus résistante et l'épiderme épais qui le recouvre ont probablement déterminé la conservation plus fréquente que dans les autres genres, du tégument charnu.

1° *Diplotesta Grand Euryi*, Brongt.

Graine de 14 à 15 millimètres de hauteur sur 13 à 14 de largeur et 10 à 11 d'épaisseur.

Le sarcotesta est composé de cellules assez volumineuses, polyédriques, serrées, dont les parois portent de nombreuses perforations irrégulières. Extérieurement, il est limité par un épiderme épais dont les cellules prismatiques ont leur grande dimension dirigée perpendiculairement à la surface de la graine. Une légère dépression correspond à la région micropylaire.

L'endotesta est formé de cellules, petites, serrées, polygonales, très incrustées, de couleur foncée; il se termine, à la partie supérieure et inférieure, en pointe dissimulée extérieurement par le sarcotesta, vers la chalaze il est bombé à l'intérieur, ce qui donne à cette partie un aspect cordiforme.

Le faisceau chalazien s'élève jusqu'à la base du nucelle; là, il s'épanouit en un disque, des bords duquel partent deux branches qui s'incurvent et traversent obliquement l'endotesta, pour se relever ensuite, jusque vers le micropyle en se maintenant dans le plan principal de la graine; des bords du disque se détachent également de nombreux faisceaux qui s'irradient tout autour de la base du nucelle et forment le deuxième système vasculaire.

2° *Diplotesta avellana*, Brongt. (*fig.* 12 et 13, *pl.* 15).

Cette espèce, décrite par Brongniart sous le nom de *Sarcotaxus avellana*, doit être rangée, comme le pensait ce savant, dans le genre précédent, et non constituer un genre à part.

La hauteur de la graine est de 14 à 15 millimètres, sa largeur de 11 à 12, et son épaisseur de 8 à 9.

Elle est légèrement cordiforme à la base et acuminée au sommet. L'épiderme est épais et disposé comme dans l'espèce précédente, souvent la partie charnue du sarcotesta ayant disparu, il n'y a plus pour le représenter qu'une enveloppe flasque, autour de l'endotesta ; quand il existe, il est formé de cellules polyédriques, à parois épaissies et non poreuses, les cellules de l'endotesta sont prismatiques, fortement colorées et incrustées.

La disposition des deux systèmes vasculaires est exactement la même que dans l'espèce précédente, le nucelle est également terminé par une chambre pollinique peu développée.

Dans les jeunes graines, la portion commune au tégument interne et au nucelle est très reconnaissable, et là où le tissu cesse d'être commun, un épiderme assez bien conservé recouvre d'un côté la cavité interne de l'endotesta, et de l'autre la surface du nucelle sur une certaine étendue.

Les graines de cette espèce sont communes dans les magmas silicifiés de Saint-Etienne; elles accompagnent les feuilles, bourgeons, rameaux, de Cordaïtes, ce sont elles qui se rencontrent le plus fréquemment, et qui représentent l'état adulte des jeunes ovules renfermés dans le *Cordaianthus* Grand'Euryi, décrit précédemment.

G. Sarcotaxus, Brongt.

Ce genre est fondé, d'après Brongniart, sur le grand développement du *sarcotesta* formant une pulpe épaisse, molle, mais dont le tissu est le plus souvent détruit. Quand il existe, il se montre sous la forme d'un tissu lâche, renfermant des cellules à gomme disposées assez régulièrement. L'épiderme est toujours très distinct, mais se présente sous l'aspect d'une enveloppe flasque et non adhérente au tissu sous-jacent.

L'*endotesta* est formé de cellules allongées prismatiques, très serrées et colorées. Le système vasculaire interne existe, mais le

système vasculaire externe n'a pu être constaté à cause de la destruction presque toujours complète du sarcotesta.

Les espèces connues sont le *S. Angulosns et S. Olivœformus.*

G. Leptocaryon, Brongt.

Graines ovoïdes ou sphériques, réduites le plus souvent à l'endotesta; celui-ci est formé de cellules polyédriques, très incrustées; bi-carénées, les carènes sont marquées par une crête saillante de l'endotesta, munie de rebords latéraux, qui divisaient en quelque sorte le sarcotesta en deux calottes hémisphériques. Le sarcotesta et l'endotesta présentent dans leur épaisseur une variété d'assises qu'il serait difficile de décrire sans figures spéciales ; je renverrai pour plus de détails le lecteur au travail posthume de Brongniart sur les graines silicifiées de Saint-Etienne.

Les *Leptocaryon* étaient munis de deux systèmes vasculaires : le plus externe formé de deux branches latérales, prenait naissance sur le faisceau chalazien, avant que ce dernier n'eût pénétré dans l'endotesta.

Souvent on trouve à la partie supérieure de l'endosperme deux cavités nettement limitées, placées dans le plan principal de la graine et représentant les corpuscules.

1° *Leptocaryon avellanum*, Brongt.

Graine sensiblement sphérique, dépouillée le plus souvent du sarcotesta ; elle mesure alors 14 à 15 millimètres de hauteur, sur 14 à 15 millimètres de largeur et 10 à 12 d'épaisseur.

L'endotesta, formé de plusieurs assises différentes toutes fortement incrustées, est épais, surtout au voisinage des carènes, à cause du rebord circulaire dont il a été question plus haut. Sa section longitudinale et transversale est elliptique; cette espèce est facilement reconnaissable, à cause de l'endotesta qui est toujours d'une coloration noire intense, et très épais proportionnellement aux dimensions de la graine.

2° *Leptocaryon orbiculare* (Brongt.). B. R.

A côté de l'espèce précédente viennent se ranger deux autres dont les dimensions sont bien plus considérables, mais qui pré-

sentent quelques conformités dans la structure des tissus. Je n'en décrirai qu'une seule, le *Leptocargon orbiculare*, qui atteint une hauteur de 30 à 32 millimètres, une largeur de 28 à 30, et une épaisseur de 21 à 22.

L'endotesta et le sarcotesta sont nettement séparés.

L'endotesta, sur une coupe transversale, présente une forme elliptique; son épaisseur, dans un plan perpendiculaire aux carènes, atteint son maximum, et va en diminuant à mesure que l'on s'approche du plan principal; là, il se relève légèrement en dehors et forme une crête circulaire, mais moins saillante que dans l'espèce précédente et non munie de bords latéraux; les cellules de l'endotesta sont fortement incrustées dans toute son étendue. Le nucelle est aplati à cause de la forme de l'endotesta et creusé à son extrémité supérieure d'une cavité pollinique peu développée. Le sarcotesta charnu a disparu le plus souvent et n'a laissé que son épiderme; les deux systèmes vasculaires avaient la même disposition que dans l'espèce précédente.

G. Taxospermum, Brongt.

Graines à testa mince, cylindriques, un peu aplaties, bi-carénées, endotesta et sarcotesta peu développés. Chambre pollinique plus grande que dans les espèces qui ont été décrites jusqu'à présent. Deux systèmes vasculaires, l'un intérieur enveloppant la base du nucelle, l'autre formé de deux branches, s'élevant *dans la saillie* latérale extérieure de l'*endotesta*.

Taxospermum Grüneri, Brongt.

Graines de forme cylindrique, arrondies à la base, terminées en pointe obtuse au sommet, légèrement aplaties, mesurant 15 millimètres de hauteur, 9 millimètres de largeur, et 7 à 8 millimètres d'épaisseur; ces mesures correspondent à l'endotesta, le sarcotesta se réduisant à quelques bandes conservées, en dehors desquelles se trouve l'enveloppe flasque et vide de l'épiderme. Le nucelle est terminé par un mamelon conique au-dessous duquel se trouve la chambre pollinique, renfermant des grains de pollen. L'endosperme présente vers

son sommet deux corpuscules, contenant plusieurs corps ovoïdes, *oosphères ?*

Là où la région commune au tégument interne et au nucelle cesse, un épiderme assez visible tapisse d'un côté la cavité de l'endotesta, et de l'autre les restes du nucelle.

Le système vasculaire est double, le premier s'étale, comme d'ordinaire, à la base du nucelle ; l'autre, formé de deux branches, s'élève dans la *portion épaissie* de l'endotesta correspondant aux carènes.

G. RHABDOCARPUS, Goep, et Berger.

Graines ovales ou oblongues, marquées de sillons longitudinaux, terminées en pointe, ou en cône tronqué arrondi et ombiliqué au sommet. *Testa* formé de deux téguments distincts : l'un, dur et résistant, composé de plusieurs couches de cellules superposées, de formes différentes, toutes fortement lignifiées ; l'autre, plus mou, charnu, dont le tissu est parcouru extérieurement par de longs tubes, à parois épaissies, colorés à l'intérieur, groupés en nombre variable, et séparés par du tissu cellulaire dont les éléments d'assez grande dimension ont une section prismatique ou rectangulaire, épiderme extérieur épais et très net, recouvrant immédiatement ce tissu tubuleux qui produit à l'extérieur sur les empreintes les rides qu'on y observe :

Double système vasculaire, le faisceau chalazien très développé, forme un lacis vasculaire épais au-dessous du nucelle, envoie deux branches récurrentes qui s'élèvent ensuite à l'extérieur de l'endotesta jusque vers le micropyle.

Nucelle avec chambre pollinique assez développée, canal pollinique qui s'allonge en tube terminé par deux lèvres, et pénètre dans l'ouverture micropylaire du testa. Endotesta tapissé intérieurement par un épiderme épais, et recouvrant intérieurement une portion du micropyle.

1° *Rhadocarpus tunicatus*, Goeppert et Berger.

Graine ovale allongée, marquée extérieurement de côtes parallèles, distantes, et recouverte d'un épiderme visible.

Loc. Terrain houiller de Charlottenbrunn en Silésie.

2° *Rhabdocarpus conicus*, Brongt. (*fig.* 14, *pl.* 15).

Graine allongée conique, ombiliquée au sommet, légèrement aplatie, atteignant 30 à 35 millimètres de longueur, 16 à 17 de largeur et 12 à 13 d'épaisseur.

Endotesta, formé de plusieurs assises de cellules noires fortement lignifiées, surtout développé dans la région micropylaire. Sarcotesta charnu, parcouru par des tubes nombreux près de sa surface, s'allongeant en pointe obtuse au sommet, ce qui détermine la forme conique de la graine.

Endosperme aplati, terminé par un mamelon arrondi, et offrant de chaque côté un peu au-dessous du mamelon deux cavités représentant les corpuscules.

Loc. Silex de Grand-Croix près de Saint-Étienne.

AFFINITÉ BOTANIQUE DES CORDAITES.

L'importance du rôle que les Cordaïtes ont joué à l'époque de la formation de la houille, justifie les détails pourtant encore bien insuffisants, dans lesquels nous sommes entrés à leur sujet.

D'après M. Grand'Eury, les Cordaïtes étaient des arbres atteignant 30 à 40 mètres de hauteur, ne se ramifiant que vers le sommet; les feuilles qui pouvaient dans quelques cas dépasser 1 mètre de longueur sur 15 à 20 centimètres de largeur étaient d'abord très rapprochées dans le jeune âge, ramassées, enroulées en forme de gros bourgeons et, après leur épanouissement, s'espaçaient considérablement sur le rameau. Nous avons vu que les Cordaïtes étaient monocarpés, c'est-à-dire que les fleurs femelles quoique disposées en épis comme les fleurs mâles, sont solitaires, dans un même involucre.

Les racines ne sont jamais pivotantes, la ramification terminale est irrégulière.

Nous avons fait observer que la moelle des Cordaïtes, connue

d'abord sous le nom d'*artisia*, avait dans la majeure partie des cas un diamètre considérable, parfois 25 à 30 centimètres de circonférence ; que le bois était formé de deux régions distinctes, l'une plus centrale composée de trachéides spiralées, rayées et réticulées, l'autre plus extérieure, offrant des trachéides à ponctuations aréolées disposées en deux ou trois rangées sur les faces latérales.

Cette constitution de la moelle et du bois des Cordaïtes, rappelle plus les Cycadées que les Conifères.

Le cloisonnement de la moelle chez les Cordaïtes est une conséquence de leur mode rapide de croissance en hauteur, bien supérieur à celle des Cycadées actuelles.

En dehors du cylindre ligneux, nous avons reconnu que l'écorce pouvait atteindre dans les vieilles tiges une épaisseur considérable, et au milieu du parenchyme cortical, nous avons vu des productions ligneuses épaisses, disposées tantôt sous la forme de lames concentriques, tantôt sous celle de bandes isolées dans le tissu.

Dans les Cycadées, l'écorce atteint également, nous le savons, une très grande épaisseur et chez certaines d'entre elles, après une période de temps variable, mais toujours assez longue, dans l'épaisseur du parenchyme, il se forme des zones concentriques de bois et de liber, mais dépourvues de trachéides rayées ou spiralées.

La forme des feuilles des Cordaïtes est complètement différente de celle des frondes de Cycadées, les pinnules des *Cycas* et des *Stangeria* ont une nervure médiane dont les feuilles de Cordaïtes sont absolument dépourvues. Mais si l'on se borne à comparer une foliole de Zamiée à une feuille de Cordaïte, l'analogie est manifeste, la similitude de la nervation est assez complète pour que Brongniart ait rangé les *Pychnophyllum* (feuilles de Cordaïtes) d'après les empreintes, dans le voisinage des Cycadées.

Le cordon foliaire de ces dernières plantes est formé de deux parties distinctes : l'une est composée d'éléments rayés ayant un accroissement centripète et *disposé sans ordre ;* l'autre, d'éléments rayés et ponctués, se développant de dedans en dehors et *disposés en séries rayonnantes.*

Les cellules spiralées se trouvent entre les deux parties du fais-

ceau, en contact avec elles, ou isolées au milieu d'un tissu à mince paroi. La partie centrifuge s'atténue considérablement vers l'extrémité terminale du cordon, et n'est plus représentée que par deux ou trois cellules poreuses, et quelques assises de cellules cambiformes.

Cette constitution du faisceau foliaire est celle que nous avons reconnue dans les cordons foliaires des Cordaïtes, la partie centrifuge, il est vrai, généralement très peu développée, est seulement représentée par un arc d'un ou deux rangs de cellules poreuses, mais cela peut tenir à un caractère appartenant en propre à ces feuilles, et aussi à ce que les éléments de la zone cambiale et libérienne ont été presque toujours détruits pendant la pétrification.

Dans les Cycadées actuelles, le cordon foliaire est tantôt accompagné d'une gaîne protectrice, tantôt il en est dépourvu. Dans les feuilles de Cordaïtes précédemment décrites, sa présence est constante.

Le tissu hypodermique forme à la face supérieure des feuilles de Cycadées une couche continue, tandis que dans celles de Cordaïtes, il se présente sous la forme de bandes séparées, accompagnant toujours au-dessus et au-dessous le cordon foliaire, se dédoublant aussi quand le cordon se dichotomise; dans quelques espèces, des bandes secondaires peuvent exister en nombre variable entre les premières. C'est à la présence de ces bandes ainsi séparées qu'est due la facilité avec laquelle ces feuilles se déchiraient en long, et l'aspect fissuré accidentel, qu'elles présentent quelquefois sur les empreintes.

Les canaux à gomme sont fréquents, sans être constants dans les feuilles des Cycadées; dans les feuilles fossiles, ces canaux manquent; quelquefois on rencontre des cellules remplies d'une matière foncée à droite et à gauche du cordon foliaire dans l'intérieur de la gaîne, mais elles ne forment pas de conduit continu, et on ne peut affirmer que la substance qu'elles renfermaient ait été soit de la gomme, soit de la résine.

Les fleurs des Cycadées sont dioïques, apérianthées. On ne sait pas encore si les fleurs unisexuées des Cordaïtes étaient monoïques ou

dioïques ; la présence simultanée de cônes mâles et de cônes femelles dans les mêmes fragments pourrait faire supposer qu'elles étaient plus tôt monoïques. Mais la disposition des fleurs femelles dans les régimes de ces dernières plantes est tout à fait différente, comme nous l'avons vu, de celle qu'affectent les fleurs femelles plongées dans le tissu des carpophylles des Cycas ou disposées sous les écailles peltées des strobiles des Zamiées.

Dans les Cycadées vivantes, le pollen formé de très petits grains ayant 3 millimètres de diamètre bi ou tricellulaire, se développe dans des anthères sessiles placées à la face inférieure des bractées disposées en forme de cônes. Dans les plantes fossiles qui nous occupent, le pollen volumineux atteignant 12 millimètres déjà multicellulaire dans les anthères, est renfermé dans trois ou quatre loges supportées par un filet, et les fleurs mâles sont séparées et distinctes, à la surface d'axes très courts, ou à leur sommet, rappelant ainsi plutôt les fleurs mâles des Gnétacées que celles des Cycadées.

Mais, d'un autre côté, les graines de Cordaïtes sont orthotropes avec nucelle dressé dont le sommet correspond au micropyle ; ce nucelle est toujours surmonté d'une chambre pollinique ; à sa base, comme on se le rappelle, le faisceau chalazien se divise d'une part en deux branches latérales, qui montent dans le plan principal de la graine, en passant à travers l'un ou l'autre des deux téguments, jusque vers le micropyle, d'autre part s'étale en disque, au-dessous du nucelle et envoie des ramifications nombreuses qui atteignent le tiers de sa hauteur environ. Les deux téguments de la graine sont l'un dur coriace, l'autre plus externe, épais et charnu.

Les graines d'un grand nombre de Cycadées sont organisées exactement de la même façon.

Comme on le voit d'après ce qui précède, les Cordaïtes ont un certain nombre de caractères importants qui les rapprochent des Cycadées ; ces caractères sont tirés principalement de la structure anatomique des différents organes qu'on a pu reconnaître et étudier, mais d'un autre côté, leur port général les en éloigne, la disposition des fleurs mâles et des fleurs femelles rappelle dans une certaine mesure celle de certaines Taxinées, ou de certaines Gnétacées.

Il n'est donc pas possible d'en faire des Cycadées proprement dites, mais encore moins des Taxinées ou des Gnétacées, ils constituent à juste titre une famille indépendante, que nous avons rangée comme on se le rappelle, dans la classe des Diploxylées.

Au frontispice, on a reproduit une petite portion de la partie supérieure d'un Cordaïte restauré d'après M. Grand'Eury.

La tige, qui n'a pas été représentée, atteignait, d'après les échantillons trouvés en place, 40 à 60 centimètres de diamètre; sur une longueur de 10 à 15 mètres, on n'a rencontré aucune trace de rameaux, ce n'était qu'à l'extrémité et lorsque le tronc était haut déjà de 25 à 30 mètres, que de fortes branches prenaient naissance et se divisaient en branches plus petites. Les derniers rameaux étaient longs, grêles, retombant sous le poids du bouquet de feuilles qui les terminait. Celles-ci apparaissaient en un énorme bourgeon; d'abord très rapprochées, elles s'espaçaient ensuite par l'élongation du rameau et prenaient, comme nous l'avons dit, dans certaines espèces, un développement énorme, puisque quelques-unes dépassaient un mètre de longueur et 20 centimètres de largeur.

Selon M. Grand'Eury, quoique la végétation ne fut jamais suspendue, il y avait toutefois certains ralentissements périodiques, concordants avec l'émission des inflorescences. Pendant la période d'activité, l'élongation pouvait atteindre 2 mètres!

CHAPITRE XI

5e FAMILLE

POROXYLÉES, B. R.

Dans les quatre familles, dont nous venons de tracer les principaux traits, le système ligneux multiple ou non, est toujours formé de trachéides ponctuées, dont le développement est toujours centrifuge, comme dans le bois des Cycadées ordinaires ; seuls, les pétioles et les feuilles offrent des cordons vasculaires renfermant deux portions juxtaposées et à développement inverse l'un de l'autre. Nous avons fait remarquer, toutefois, que dans la famille des *Cycadoxylées*, les *Colpoxylons* pourraient bien présenter ce dernier caractère, jusque dans la partie corticale, et si le fait se vérifiait également pour les deux autres genres qu'elle renferme ; dans le tableau de la page 43, les *Cycadoxylées* viendraient se mettre à la suite des *Cordaïtées* au lieu de les précéder ; toutefois pour le moment, en attendant le résultat de nouvelles recherches qui sont nécessaires, nous conservons l'ordre qui a été adopté, à cause des analogies plus grandes, du système ligneux des Cycadoxylées, avec le bois des Cycadées, qu'avec celui de la famille suivante.

Dans les plantes fossiles qui nous restent à examiner, les faisceaux vasculaires sont doubles, non seulement dans les feuilles et les pétioles, mais encore dans les tiges, ce caractère établit la 2e grande division de nos familles.

Les *Poroxylées* ne sont connues que par des rameaux, ou de petites tiges, pourvues ou non extérieurement de cicatrices foliaires,

plus ou moins distinctes. Les feuilles étaient subtriangulaires, pétiolées, ou s'atténuaient assez longuement à leur base.

Le cylindre ligneux extérieur ou centrifuge est composé de trachéides ponctuées, disposées en séries rayonnantes, et séparées par des rayons médullaires très développés en largeur et en hauteur. Les éléments ligneux ont un diamètre souvent considérable, $0^{mm},077$. L'écorce est relativement épaisse, et en dehors du liber, parcourue par des canaux à gomme et des bandes d'hypoderme. La partie centripète du bois est plus ou moins développée, et se présente, tantôt sous l'aspect de faisceaux vasculaires isolés en contact avec le bois extérieur, tantôt forme une couche continue, accompagnée ou non de faisceaux isolés dans le parenchyme de la moelle.

La description des deux genres suivants, représentés par 6 espèces, fera du reste mieux ressortir les caractères de la famille.

G. Sigillariopsis. B. R.

Ce genre, qui n'est pas figuré dans ce volume, faute d'espace suffisant, a été décrit (1), il y a quelque temps, et est représenté par une espèce, le *S. Decaisnei;* il offre de l'intérêt en ce sens qu'il établit un passage entre les Cordaïtées dont nous nous sommes occupés plus haut, et les Sigillaires dont il sera question un peu plus loin.

C'est une tige à surface extérieure, marquée de cicatrices foliaires, dont il n'a pas été possible de déterminer la forme, car les fragments étaient complètement entourés de silice. Une section transversale de l'échantillon montre la tige légèrement aplatie, large de 11 millimètres dans un sens, et 9 millimètres dans l'autre, environnée de feuilles. Le cylindre ligneux mesure 8 millimètres suivant son grand diamètre, et 5 millimètres seulement suivant le petit. Il est formé de lames disposées en séries rayonnantes séparées par des rayons médullaires. En dedans de ce cylindre qui a eu un accroissement exogène, se trouvent des faisceaux vasculaires à section lunulée, qui vraisemblablement ont eu un accroissement centripète, l'état

(1) *Nouvelles archives du Muséum*, t. II, 2e série, p. 270.

de la conservation de l'échantillon ne permet pas de vérifier l'exactitude de cette assertion qui s'appuie sur l'analogie de la composition du cylindre ligneux seulement.

Ces faisceaux vasculaires sont formés de trachéides rayées ; le bois centrifuge est composé de trachéides rayées et réticulées, puis plus extérieurement de trachéides ponctuées. La structure du cylindre ligneux rappelle donc celle du bois de Cordaïtes, mais qui serait pourvu intérieurement de faisceaux vasculaires médullaires centripètes.

Les feuilles groupées autour de la tige sont longues, linéaires, aiguës ; leur section transversale montre qu'elles étaient épaisses, dans la région médiane et atténuées sur les bords latéraux ; leur largeur varie de 4 millimètres à 2 sur une longueur de 2 à 3 centimètres, et leur épaisseur au milieu restant à peu près constante, elles ont une forme triangulaire vers la pointe.

L'intérieur de la feuille est parcouru par deux faisceaux vasculaires parallèles, ou par un seul ; chacun de ces faisceaux est formé de deux parties, l'une triangulaire à accroissement centripète, l'autre extérieure à développement centrifuge et qui est disposée en arc autour de la pointe de la portion centripète, comme nous l'avons vu dans les cordons des feuilles de Cordaïtes.

A droite et à gauche des faisceaux vasculaires se trouvent des groupes de cellules à parois poreuses, disposées en séries rectilignes, longitudinales et qui vraisemblablement aboutissaient aux deux arcs latéraux qui accompagnent, comme nous le verrons plus loin, l'unique faisceau vasculaire des cicatrices de sigillaires.

La rigidité des feuilles était obtenue au moyen d'une couche de tissu hypodermique qui se détachait en festons dans le parenchyme lâche sous-jacent.

Ce genre, par l'organisation de la portion centrifuge de son bois, par le nombre multiple des faisceaux vasculaires qui parcourent ses feuilles, tient aux Cordaïtes, et, d'un autre côté, il se rapproche des Sigillaires par l'abondance des feuilles longues et triangulaires disposées sur la tige, et la structure double du système ligneux de cette dernière.

Nous décrirons plus loin un fragment de *Stigmaria* qui pourrait se rapporter à cette tige.

Loc. Champs de la Justice, près Autun.

2° *Poroxylon Boysseti*, B. R. (*fig.* 1, *pl.* 16, $\frac{8}{1}$).

Rameau de 1 à 2 centimètres de diamètre. Sur une section transversale, on distingue une moelle centrale ou tissu conjonctif, entouré d'un cercle ligneux formé de deux portions distinctes.

La partie externe, constituée par des trachéides ponctuées à ponctuations aréolées disposées en quinconce sur 4 à 6 rangs ; dans les échantillons bien conservés, le pore central est elliptique ; le plus souvent, le pore s'est élargi de façon à ne laisser que le contour des ponctuations qui, par leur pression mutuelle a pris une forme polygonale, et se présente alors sous la forme d'un réseau à mailles hexagonales.

Les trachéides ne portent pas de ponctuations sur les faces d'avant et d'arrière, elles forment par leur disposition sur deux ou trois rangs des lames rayonnantes, séparés par des rayons médullaires, très allongés, composés de 1, 2 et 4 rangs de cellules en épaisseur. Les cellules des rayons médullaires sont plus allongées dans le sens radio-transversal qu'en hauteur, et rappellent ceux des *Colpoxylon*.

Chaque coin de bois est accompagné du côté de la moelle par un faisceau vasculaire à section lunulée (*fig.* 1) qui se trouve en contact avec lui. Les éléments qui le constituent sont rayés, accompagnés de quelques trachéides réticulées et ponctuées *a* (*fig.* 4), disposés sans ordre, et sans rayons médullaires, les vaisseaux rayés, les plus petits, sont à l'extérieur (*fig.* 2), par conséquent l'accroissement a été centripète, le tissu qui les entoure est un peu allongé dans le sens de l'axe du rameau.

Le bois *centripète* est donc ici représenté comme dans le genre *Sigillariopsis* par une couronne de faisceaux isolés probablement en même nombre que les coins de bois primitifs, et dont les bords ne sont point en contact. Généralement deux d'entre eux sont plus développés, peut-être correspondent-ils à ceux qui se préparent à émettre des cordons destinés aux feuilles.

En dehors du cylindre ligneux, se trouvent des cellules à minces parois *c* (*fig.* 1), que l'on peut considérer comme des cellules cambiformes plus à l'extérieur, le liber mou, parcouru par des canaux remplis de silice non colorée, ces canaux sont peut-être les restes de tubes grillagés.

La portion du parenchyme cortical qui vient ensuite renferme quelques tubes à gomme, elle est formée par des cellules à parois légèrement épaissies et à sections rectangulaires.

Le tissu s'allonge peu à peu en allant vers la périphérie, et la surface du rameau est occupée par une couche hypodermique qui envoie des prolongements sous formes de lames, plus ou moins étendues dans le parenchyme sous-jacent.

En même temps que les rameaux précédents, on rencontre des fragments de pétioles, ou des bases atténuées de feuilles, dont la structure présente une telle analogie avec ces derniers que l'on ne peut guère douter de leur dépendance.

La figure 5, planche 16, représente la coupe transversale de l'un d'eux.

Au centre, on voit la partie ligneuse du pétiole sous forme d'un arc dont la concavité est tournée vers la face supérieure. De même que dans le rameau qui vient d'être décrit, le bois se montre formé de deux parties.

En dessus on trouve la portion centripète, qui a pris un assez grand développement, sous forme de bandes plus ou moins contournées renfermant dans leur intervalle du tissu conjonctif, la partie la plus externe de ces bandes, celle qui touche au bois exogène est formée de vaisseaux scalariformes, tandis que celle qui se contourne en arc et qui est la plus intérieure et la plus récente est composée de vaisseaux ponctués.

Cette partie du faisceau ligneux correspond donc aux faisceaux vasculaires à accroissement centripète des rameaux précédemment décrits.

La deuxième partie est formée de trachéides rayées, et ponctuées plus extérieurement, disposées en séries rayonnantes séparées par des rayons médullaires, et correspond à la partie ligneuse centrifuge ou exogène du rameau.

En dehors de la couche de cellules cambiformes, se trouve une zone de parenchyme, dont les cellules sont un peu allongées et représente le liber, également accompagnées de tubes vides, cellules ou tubes grillagés? Immédiatement après, on voit une couche de cellules à parois minces entremélés de nombreux tubes à gomme, dont la course est quelquefois sinueuse, et qui entourent le faisceau ligneux.

Le parenchyme cortical plus extérieur, semblable à celui du rameau, renferme également quelques lacunes à gomme, il est limité par une couche de tissu hypodermique envoyant dans son intérieur des prolongements disposés assez régulièrement en forme de dentelures.

Il est facile de remarquer sur la coupe transversale (*fig.* 5) que le faisceau ligneux se trouve divisé en quatre parties par trois bandes cellulaires, les deux branches latérales sont plus considérables que celles du milieu, il est permis de supposer que cette division déjà apparente dans le pétiole, est le commencement de la division vasculaire donnant naissance aux nervures qui parcourent le limbe de la feuille(1) S'il en était ainsi nous aurions sous les yeux une feuille pétiolée dont les nervures seraient plus nombreuses que celles des *Stigmariopsis* et des *Sigillaires* et se rapprocheraient des feuilles de *Nœggerathia*.

2° *Poroxylon Edwarsii* (*fig.* 6, *pl.* 16).

Ce *Poroxylon* dont on a représenté une petite portion de coupe transversale, se rencontre comme le précédent, dans les rognons silicieux d'Autun, en fragments de 3 à 4 centimètres de diamètre. Son organisation générale est la même que celle de P. Boysseti ; cependant il offre certaines particularités fort intéressantes.

La moelle d'une étendue moyenne est marquée de taches brunes, formées de cellules à gomme qui le font reconnaître immédiatement.

Le cylindre ligneux est formé de deux parties très nettes : l'une

(1) J'ai rencontré des feuilles charnues, épaisses, et munies d'un nombre relativement faible de nervures qui pourraient se rapporter à ce *poroxylon*.

composée de faisceaux centripètes lunulés, généralement isolés, mais qui donnent lieu quelquefois à une bande continue, en se soudant mutuellement, sur une certaine étendue. Les trachéides rayées qui les composent sont disposées sans ordre et sans rayons médullaires, quelques trachées existent entre les faisceaux et les coins de bois extérieurs.

Le bois centrifuge est formé de lames rayonnantes, séparées par des rayons médullaires très allongés, et de plusieurs rangées de cellules en épaisseur. Sur la coupe transversale, on y distingue des zones concentriques marquant des arrêts dans l'activité de la végétation. Les éléments du bois sont des trachéides ponctuées. Les ponctuations hexagonales disposées très régulièrement en cinq à six rangées sur leurs parois latérales sont marqués d'un pore elliptique horizontal.

En dehors de la zone génératrice, au milieu du parenchyme libérien, composé de cellules plus hautes que larges à sections rectangulaires et à parois minces, on distingue nettement de nombreux tubes et cellules grillagés, analogues comme aspect et comme dimensions, à ceux de l'écorce de la tige des *Encephalartos.*

Les rayons médullaires de la tige se continuent régulièrement dans l'écorce, ils sont formés de deux ou trois rangs de cellules, prismatiques, à parois poreuses, plus allongées dans le sens radial que dans les autres directions. En dehors de la couche renfermant les tubes et cellules grillagés, on remarque entre chaque rayon médullaire, disposées par ordre en lignes concentriques deux cellules prismatiques allongées dans le sens de la hauteur, puis quatre plus petites, mais deux ou trois fois plus longues que ces dernières, les parois de ces deux espèces d'éléments cellulaires sont poreuses. Comme, entre tous les rayons médullaires, il existe la même disposition, cette partie du cylindre cortical se montre formée de cercles concentriques alternativement plus minces et plus larges, coupés par les rayons médullaires épais qui se continuent depuis l'intérieur du cylindre ligneux; quelquefois cette régularité a été troublée par une compression extérieure, mais on peut suivre encore facilement les détails de cette partie curieuse de l'écorce qui n'a que des ana-

logies lointaines avec quelques éoorces de certaines conifères. Plus à l'extérieur, l'écorce se continue par une assise de parenchyme de cellules polyédriques, une couche de suber et par une gaine de cellules hypodermiques.

L'assise parenchymateuse est parcourue par des tubes à gomme. Il n'est pas rare de rencontrer, sur une coupe tangentielle de l'écorce, des sections de radicelles, le bois primaire présente deux lames extrêmement réduites qui se rejoignent au centre, et dont le plan passe par celui de l'axe de la tige.

Ce Poroxylon forme l'une des plus curieuses espèces trouvées jusqu'à présent.

3° *Poroxylon Duchartrei*, B. R. (*fig.* 7, *pl.* 16).

La figure 7 représente une coupe transversale d'un jeune rameau dont le cylindre ligneux est assez bien conservé. Cette partie de la tige se compose de trachéides disposées en séries rayonnantes séparées par des rayons médullaires, très développés entre les coins de bois, et par des rayons plus petits dans ces coins mêmes, il n'est pas rare que les rayons principaux aient disparu, le cylindre ligneux paraît alors divisé par autant d'échancrures profondes comme l'indique la figure.

Les trachéides sont ponctuées, mais les ponctuations sont souvent représentées, seulement par les contours hexagonaux des aréoles disposées en quinconce sur quatre ou cinq rangs; leur diamètre est de 5 à 6 millimètres.

Du côté de la moelle, les coins de bois sont terminés par quelques trachéides rayées ou spiralées *a'* (*fig.* 8).

En dedans de ce cylindre centrifuge, ou exogène et en contact avec lui se trouvent, d'abord quelques vaisseaux scalariformes et ponctués, formant un cercle continu, puis des vaisseaux ponctués, diversement groupés dans toute l'étendue de la moelle, cette dernière est formée par des cellules à sections rectangulaires, plus hautes que larges. Le diamètre des trachéides ponctuées est considérable, il atteint 1,5 millimètres au centre.

Aussi peut-on compter sur leurs parois en contact, cinq à huit

rangées de ponctuations aréolées, le pore est elliptique et un peu incliné par rapport à l'axe de la trachéide, le plus souvent il ne reste plus que les contours hexagonaux des aréoles.

Généralement l'écorce a disparu; quand elle existe, on trouve en dehors de la partie libérienne du bois non déterminable, un parenchyme lâche, quelquefois lacuneux, limité extérieurement par une couche de tissu hypodermique qui envoie des prolongements dans son épaisseur.

Cette espèce nous offre donc l'exemple d'un bois à accroissement centrifuge extérieur, d'un bois très limité, il est vrai, centripète en contact avec le premier, mais en outre des faisceaux vasculaires isolés dans l'intérieur du tissu conjonctif dont les éléments se sont un peu allongés entre les faisceaux.

On trouve fréquemment, avec les rameaux des *Poroxylon Boysseti* et *Edwarsii*, des fragments de racines de conservation parfaite. Le bois primaire est formé de deux lames qui se sont soudées au centre de la racine; en face de ces lames vasculaires primitives, il ne se forme que des rayons parenchymateux, de sorte que les deux faisceaux ligneux secondaires, qui se produisent plus tard en dedans des deux arcs libériens alternes et symétriques, demeurent entièrement séparés, et ne forment pas comme dans les racines de Cordaïtes de cylindre ligneux continu, la constitution de ce bois secondaire est exactement celle du bois de la tige, larges trachéides ponctuées, épais rayons médullaires, etc. La région libérienne offre des tubes grillagés, et plus en dehors le parenchyme cortical se montre traversé par de nombreux canaux à gomme, et limité exterieurement par une couche en partie détruite de tissu subéreux.

CHAPITRE XII

6e FAMILLE

SIGILLARIÉES

Dans la famille des *Sigillariées*, nous comprenons les *Sigillaires*, les *Syringodendrons* et une partie des *Stigmaria*.

Cette famille est l'une des plus importantes de celles qui ont vécu dans les temps anciens, soit à cause de la taille et du nombre immense de ses représentants, soit à cause de l'organisation curieuse qui les distinguent, et en font des types intermédiaires, sur la classification desquels on a longtemps discuté et on discute encore.

Les Sigillaires ont apparu de bonne heure sur la terre, puisque l'on rencontre déjà le *Stigmaria ficoïdes* dans le Terrain dévonien, elles se sont continuées jusqu'à la fin de la Période permienne, contribuant pour une large part, grâce à la nature particulière de leur écorce, à la production de la houille.

Elles ont formé de vastes forêts, dont quelques-unes mises au jour par des travaux de chemins de fer (1), ont montré des troncs de grand diamètre encore debout et enracinés.

M. Goldenberg a figuré un de ces troncs trouvés en place dans le tunnel de Friedrichsthal, qui mesurait 8 mètres de haut, sur $1^{m},70$ de diamètre.

La fréquence des débris d'écorce ayant appartenu à ces arbres, et l'élégante régularité des cicatrices qui ornent leur surface, ont

(1) Chemin de fer de Saarbrüchen à Neunkirchen. — Houillères de la Nouvelle Écosse (Dawson). — Carrière de grés houiller, près des chemins de fer de Bolton (Angleterre), Binney, etc., etc.

attiré depuis longtemps l'attention et les recherches des Géologues, et des Paléontologistes.

Artis considérait les empreintes de ces végétaux comme appartenant à des plantes voisines des *Euphorbes*.

Schlotheim les rapprochait des Palmiers.

De Martius reconnaissait en elles des formes de certains *Cactus*. Sternberg (1820), les classe parmi les Lépidodendrons.

A une date plus récente, Corda (1845) (1) dit que c'est aux Euphorbiacées que les Sigillaires ressemblent le plus aussi bien par leur structure interne qu'externe. Il voit même dans certaines Sigillaires la représentation exacte des cicatrices de l'*Euphorbia atropurpurea*.

Brongniart dans ses premiers travaux les range à la suite des *Caulopteris* ou Fougères arborescentes, mais plus tard (1839) (2), après avoir fait l'étude du *Sigillaria elegans* il établit d'une manière presque irréfutable, dans un travail devenu classique, que les Sigillaires loin d'appartenir aux Fougères, faisaient partie du groupe des Dicotylédones gymnospermes et pouvaient être comparées dans une certaine mesure, aux Cycadées actuelles.

Depuis (1855-1857) (3) M. Goldenberg s'est cru autorisé, par la trouvaille de quelques exemplaires assez complets de ces plantes, et surtout par la découverte de fructifications spiciformes, qu'il leur rapporte, à déclarer que les Sigillaires représentaient dans le vieux monde, des *Isoètes* arborescentes, et cela, avec la *même* certitude que les Lépidodendrons sont reconnus pour avoir été des *Lycopodiacées* de grande taille.

Il déclare, en outre, que la structure du Sigillaria elegans se retrouve dans les Sigillaires cannelées du genre Rhytidolepis de Sternberg.

Remarquons toutefois que jusqu'ici nul organe de fructification reconnaissable n'a jamais été trouvé attenant à une tige de Sigillaire, tous ceux qui ont été décrits, étaient seulement dans leur voisinage.

La plupart des Paléobotanistes anglais admettent maintenant que ces végétaux sont non plus des Isoètes arborescentes, comme le dé-

(1) *Beitrage zur Flora der Vorwelt*, p. 9.
(2) Observations sur le *Sigillaria elegans* (*Archives du Museum*).
(3) *Flora fossilis saræpontana.*

clarait M. Goldenberg, mais des Lycopodiacées, des *Selaginelles arborescentes*. Schimper s'est rangé à cette opinion dans son traité de Paléontologie végétale (1) que les travaux de MM. Binney et Williamson ont contribué beaucoup à fortifier. Les Sigillaires ne seraient d'après l'École anglaise que l'état adulte de certains Lépidodendrons, et représenteraient l'état de perfectionnement le plus parfait que les Cryptoganes du groupe des Sélaginelles auraient atteint dans l'évolution de leur type.

Nous pensons qu'il sera plus profitable pour discuter cette dernière opinion, qui réunit maintenant la majorité des Paléontologistes, d'attendre que nous ayons étudié les principaux caractères de la famille.

SIGILLARIÉES

Troncs cylindriques, simples, ou plusieurs fois dichotomes au sommet. A surface lisse ou cannelée, ornée de cicatrices laissées par la chute des feuilles, et placées régulièrement en spirale, cylindre ligneux, centrifuge, composés de lames disposées en séries rayonnantes et séparées par des rayons médullaires, bois centripète formé soit par des faisceaux isolés, soit par une couronne continue; seule, ou accompagnée de faisceaux vasculaires dispersés dans la moelle, trachéides rayées constituant les deux systèmes de bois.

Ecorce épaisse, parcourue verticalement, puis obliquement par les nombreux faisceaux vasculaires qui se rendaient aux feuilles, succulente intérieurement, formée extérieurement d'une couche épaisse de prosenchyme et de suber.

Racines épaisses charnues, plusieurs fois dichotomes, s'étendant horizontalement, environnées de radicelles, longues, simples, charnues, disposées en spirales, laissant des cicatrices circulaires, ombiliquées. Feuilles linéaires, triangulaires, longues, parcourues par un faisceau unique, mais formé de deux parties distinctes, laissant sur la tige, après leur chute, des cicatrices ovales rondes, exac-

(1) T. II, p. 77.

tement rhomboïdales, ou rhomboïdales transverses, hexagonales... marquées de trois cicatricules punctiformes ou lunulées; celle du centre correspond au faisceau vasculaire, les deux latérales disposées en forme de parenthèse renferment des canaux à gomme et des cellules poreuses, qui pénètrent dans la feuille. Sur les troncs décortiqués les deux cicatricules latérales très apparentes se rapprochent, ou se confondent en une seule, qui est linéaire ou ovale.

Fructification spiciforme, organes reproducteurs? placés à la base dilatée des bractées.

Tels sont les caractères généraux de la famille dont nous allons étudier quelques représentants.

Sigillaires, Brongt; *Syringodendrons*, Sternberg.

Troncs élevés, acquérant en vieillissant un diamètre considérable, simples, rarement plusieurs fois dichotomes (*Sigillaria Brardii*), cicatrices laissées par les feuilles disposées en séries rectilignes, l'écorce est tantôt marquée de côtes saillantes, tantôt lisse, les cicatrices sont ou contiguës sur les côtes voisines ou placées en quinconce à une certaine distance.

Sur l'écorce lisse les cicatrices peuvent être de même, ou contiguës ou placées à une certaine distance les unes des autres. Ces cicatrices sont ou ovales, ou régulièrement hexagonales, ou rhomboïdales, ces trois formes en se combinant donnent naissance à un assez grand nombre de caractères spécifiques.

Les cicatrices laissées par les feuilles sont portées sur un coussin plus ou moins saillant, charnu, mais sans aucune décurrence comme cela se présente chez les *Lépidodendrons*.

Le nombre des troncs de *Sigillaires* étant considérable, nous les classerons, pour en faciliter l'étude, en cinq groupes fondés sur la présence ou l'absence de côtes, et la disposition des cicatrices sur ces côtes, comme l'indique le tableau suivant:

TABLEAU.

TABLEAU
des
GENRES DE SIGILLAIRES.

Tiges à écorce lisse.	Cicatrices contiguës.		G. CLATHRARIA, Brongt.
	Cicatrices distantes.		G. LEIODERMARIA, Goldenberg.
Tiges à écorce cannelée.	Côtes simples	Cicatrices contiguës.	G. FAVULARIA, Brongt.
		Cicatrices distantes.	G. RHYTIDOLEPIS. Sternberg.
	Côtes multiples	Cicatrices distantes.	G. POLLERIANA, Brongt.

SIGILLAIRES A ÉCORCE LISSE.

Cicatrices contiguës.

G. CLATHRARIA, BRONGT.

Dans ce groupe, les coussinets qui supportent les cicatrices des feuilles sont contigus. Les sillons placés entre les reliefs des coussinets, forment deux spirales croisées à angle aigu.

1° *Sigillaria Brardii*, Brongt. (*fig.* 1, *pl.* 17).

Coussinets rhomboïdaux allongés transversalement, les angles latéraux aigus, les angles supérieurs et inférieurs arrondis, placés obliquement sur la tige mesurant environ 12 à 15 millimètres en largeur et 8 à 10 en hauteur; cicatrices foliaires rhomboïdales, arrondies en dessous, échancrées en dessus, larges de 10 millimètres et hautes de 7 millimètres environ.

La petite portion figurée appartient à un échantillon qui présente quatre cycles successifs de cicatrices d'insertion d'épis fertiles, disposés en spirale régulière tout autour de la tige ; il provient du terrain houiller de Saint-Etienne.

Cette espèce offre fréquemment l'exemple de dichotomies multi-

ples à la partie supérieure du tronc et se présente souvent encore garnie de ses feuilles (1).

Loc. Terrains houillers de Terrasson, de Hirtel (Saarbrück), Wettin (Saxe), Saint-Etienne, etc.

2° *Sigillaria Serlii*, Brongt.

Coussinets saillants, exactement rhomboïdaux, disposés en quinconce, larges de 7 millimètres et hauts de 5 millimètres. Cicatrices foliaires rhomboïdales transverses à bords latéraux aigus, arrondies en dessous, sans échancrures en dessus, mesurant 3 à 4 millimètres en largeur et 2 à 3 en hauteur.

Loc. Mines de Plaugton (Angleterre) de Gersweiler, près Saarbrück.

Cicatrices distantes.

G. Leiodermariées, Goldenberg.

Dans ce genre, l'écorce lisse est quelquefois marquée de rides qui contournent plus ou moins les cicatrices, elles sont dues soit à l'écrasement des coussinets charnus, soit, en grande partie, aux bandes du prosenchyme sous-jacentes et qui sont disposées sous la forme d'un réseau. Comme les mailles sont remplies de cellules moins résistantes, celles-ci, en cédant à la compression, ont donné naissance aux sillons superficiels. Les cicatrices plus ou moins éloignées suivant les espèces, sont placées régulièrement en quinconce.

1° *Sigillaria spinulosa*, Germar. (*fig.* 2, *pl.* 17).

Écorce portant des stries sinueuses, contournant les cicatrices, celles-ci sont également distantes en hauteur et en largeur sur les tiges âgées, mais plus rapprochées dans le sens de la hauteur sur les parties jeunes, disposées régulièrement en quinconce rhomboïdales, arrondies en dessous, légèrement échancrées en dessus, terminées en pointe latéralement, les bords supérieurs de la cicatrice

(1) Voir le frontispice.

sont renflés en bourrelet, les deux arcs lunulés leur sont presque parallèles, la cicatricule du faisceau est arquée convexe en dessous.

Souvent on remarque placés assez irrégulièrement entre les cicatrices de petits tubercules arrondis, qui paraissent être des traces laissées par des racines adventives.

La portion de tige figurée (1) montre un certain nombre de ces tubercules, et en même temps cinq cicatrices arrondies laissées par l'insertion d'organes reproducteurs. L'ordre phyllotaxique est troublé par l'apparition de ces épis.

Les cicatrices foliaires sont d'abord un peu plus distantes immédiatement au-dessus du cycle, mais plus haut elles sont plus rapprochées comme si la végétation avait été ralentie; elles reprennent ensuite leur distance primitive sur le reste de l'échantillon qu'il n'a pas été possible de figurer entièrement.

Loc. Löbejun (Saxe), Saint-Etienne, Autun. Nous verrons plus loin quand il sera question de la structure des sigillaires que plusieurs échantillons silicifiés, appartenant à cette espèce, ont été rencontrés dans cette dernière localité.

2° *Sigillaria lepidodendrifolia,* Brongt.

Écorce sillonnée assez irrégulièrement cicatrices distantes rhomboïdales, arrondies en dessus et en dessous, bords latéraux rapprochés vers le bas et terminés en pointe, les cicatrices sont placées sur des coussinets assez saillants, et bordés de rides parallèles au contour inférieur.

Elles mesurent environ 8 millimètres en hauteur et 9 millimètres dans la plus grande largeur, leur distance verticale est plus grande que celle qui les sépare horizontalement. Il n'est pas rare de trouver des extrémités de tiges, encore accompagnées de leurs feuilles longues de plus de 50 centimètres.

Loc. Saint-Etienne, Saarbruck, Blanzy.

3° *Sigillaria rhomboidea,* Brongt.

Écorce mamelonnée, mamelons, striés, allongés de haut en bas,

(1) Elle fait partie de la collection de l'École des mines.

cicatrices placées sur ces mamelons, trapéziformes, angles latéraux aigus, bords supérieurs et inférieurs arrondis, plus hautes que larges.

Loc. Triembach (Alsace), Duttweiler, près Saarbrück.

SIGILLAIRES A ÉCORCE CANNELÉE.

Cicatrices contiguës.

G. FAVULARIA, Brongt.

Ce genre est caractérisé par des côtes plus ou moins saillantes contiguës, sur lesquelles sont placées les cicatrices également contiguës laissées par la chute des feuilles.

1° *Sigillaria tessellata*, Brongt. (*fig.* 3, *pl.* 17).

Cicatrices hexagonales régulières, hautes de 8 à 10 millimètres et larges de 6 à 8, les trois cicatricules sont très visibles.

L'échantillon figuré, partiellement décortiqué, montre à la fois le *S. Tessellata*, le *S. Microstigma* et le *Syringodendron pachyderma*, trois espèces regardées autrefois comme distinctes.

Loc. Assez commun à Saarbrück, Essen, Zwickau, Alais, Radnitz.

Les troncs de cette espèce portent très souvent des cicatrices de strobiles fructifères.

2° *Sigillaria elegans*, Brongt. (*fig.* 4, 4 *bis* ; *pl.* 17).

Tige dichotome au sommet, cicatrices et côtes de dimensions moitié moindre sur les rameaux que sur la tige ; sillons placés entre les côtes, sinueux et profonds, coussinets presque hexagonaux convexes, un peu plus larges que hauts, cicatrices recouvrant presque entièrement les coussinets, un peu plus larges que hautes. Les deux bords latéraux supérieurs des cicatrices, d'abord rectilignes, se recourbent en se rapprochant pour former une échancrure cordiforme. Les deux bords latéraux inférieurs forment avec ces derniers deux angles aigus, puis, s'arrondissent et se rejoignent en

dessous en formant une ligne droite ou légèrement convexe. Les trois cicatricules sont rapprochées du sommet de la cicatrice.

On remarque souvent sur cette espèce des cicatrices laissées par les axes des épis fructifères, disposées en spire presque perpendiculaire à l'axe de la tige.

Loc. Eschweiler, Mines de Borchum, d'Aix-la-Chapelle, d'Essen, de Hattingen, etc. Terrain houiller moyen. Les cicatrices sous-corticales se montrent sous la forme de *mamelons* saillants arrondis, marqués à leur centre d'une cicatricule, entourée d'un bourrelet produit par les deux arcs latéraux qui se sont rapprochés.

Cicatrices distantes.

G. RHYTIDOLEPIS, Sternberg.

Dans ce genre, nombreux en espèces et qui se trouve surtout répandu dans le terrain houiller moyen, les côtes sont contiguës, droites, plus ou moins étranglées entre les cicatrices. Ces dernières sont distantes les unes des autres, et placées en quinconce.

1° *Sigillaria Saullii*, Brongt. (*fig.* 5, *pl.* 17).

Côtes plan-convexes, larges de 1 centimètre, cicatrices saillantes, ovales, hexagonales, émoussées aux angles, hautes de 8 millimètres environ et larges de 7 millimètres. La distance qui les sépare est de 7 à 8 millimètres et marquée de deux reliefs latéraux saillants arrondis, courant verticalement entre les cicatrices. Au-dessous de chacune, on remarque de légères stries transversales, concaves en dessus.

La surface sous-corticale des côtes porte seulement une cicatricule arrondie, correspondant au faisceau vasculaire.

Loc. Mines d'Oldham près de Manchester.

2 *Sigillaria Cortei*, Brongt. (*fig.* 6, *pl.* 17).

Côtes-plan convexe, larges de 7 millimètres, cicatrices allongées piriformes, étroites, hautes de 7 millimètres et larges de 4 milli-

mètres à la base. La partie moyenne des côtes entre les cicatrices est bordée par deux lignes saillantes, marquée, entre ces lignes, de stries transversales, et en dehors, de stries longitudinales. L'intervalle qui sépare les cicatrices est d'environ 14 à 15 millimètres.

Les échantillons qui appartiennent à cette espèce sont souvent munis de feuilles longues, plus épaisses que larges à la base, coriaces, raides. Cette espèce forme un passage aux sigillaires contenues dans le genre suivant.

Loc. Bassin houiller de Saarbrück, d'Essen, de Zwickau, etc...

3° *Sigillaria rhytidolepis Corda* (*fig.* 7, *pl.* 17).

Côtes alternativement élargies et resserrées, cicatrices ovales, contour marginé, longues de 8 millimètres, larges de 5, distantes de 25 millimètres environ ; l'espace qui les sépare est strié transversalement.

Loc. Thomle, Swina, Wranowitz (Bohême).

COTES MULTIPLES.

Cicatrices distantes.

G. POLLERIANA.

Ce genre se distingue par des côtes très larges, séparées par des sillons profonds ; les côtes elles-mêmes sont parcourues par des dépressions longitudinales qui la subdivisent en bandes variables en nombre, 3, 5, 7. Striées longitudinalement ou dans le sens transversal, les cicatrices occupent la bande médiane ; écorce généralement épaisse.

1° *Sigillaria Polleriana*, Brongt.

Côtes larges, mesurant 3 à 4 centimètres, déprimées, profondément striées longitudinalement sur les côtés, offrant trois bandes distinctes ; celle du milieu striée transversalement, porte des cicatrices discoïdes, ovales, à bords latéraux anguleux et se conti-

nuant en dessous en une sorte de carène ; leur diamètre transversal atteint à peine la septième partie de la largeur d'une côte, et sont distantes d'environ 1 centimètre.

Loc. Saint-Ingbert, près de Saarbrück.

2° *Sigillaria canaliculata*, Brongt. (*fig.* 8, *pl.* 17).

Côtes larges, atteignant 5 centimètres, plan-convexes, divisées en cinq bandes longitudinales ; les deux plus externes sont striées de haut en bas, celles qui viennent ensuite de chaque côté sont semi-cylindriques et striées transversalement ; enfin celle du milieu est plane, large de 6 millimètres et porte les cicatrices : celles-ci sont ovales hexagonales, hautes de 8 millimètres et larges de 4 millimètres, la base élargie est arrondie ; le sommet rétréci est échancré, et de chaque côté, un peu au-dessous du milieu de la cicatrice, se trouvent deux angles assez marqués.

Loc. Dans le terrain houiller de Saarbrück.

3° *Sigillaria Deutschiana*, Brongt.

Côtes déprimées, larges de 1 centimètre, divisées en trois bandes par deux sillons longitudinaux ; les bandes externes étroites sont parfaitement striées en long ; la bande du milieu qui porte les cicatrices est striée transversalement. Les cicatrices sont arrondies en dessus et en dessous, anguleuses sur les côtés, occupant à peine le tiers de la largeur des côtes, distantes de quatre fois la longueur environ, écorce assez épaisse, cicatrices sous-corticales géminées, ovales, allongées.

SYRINGODENDRON, Sternberg (*fig.* 10, *pl.* 17, 2, 3, 4, 5, *pl.* 19).

Ce genre, qui avait été établi par Sternberg pour des tiges cannelées, à écorce épaisse marquée de cicatrices tantôt simples, ovales, tantôt géminées, isolées ou confluentes, ne paraît renfermer que des portions de Sigillaires âgées, plus ou moins rapprochées de la base du tronc, par conséquent ne semble pas devoir être maintenu. Les figures 3 et 3 *bis* montrent les variations que les

cicatrices peuvent présenter dans la même espèce, le *Syringodendron alternans*.

Celles-ci se montrent tantôt séparées, tantôt confluentes, ou bien encore réduites à une seule. L'inspection de la figure 10, planche 17, considérablement réduite, permettra de se faire une idée de la base de cette Sigillaire.

La figure 4 fait voir dans la partie qui est décortiquée le *Syringodendron sulcatum* de Sternberg, et dans la partie couverte de son écorce le *Sigillaria reniformis*, Brongt., caractérisé par des cicatrices réniformes, un peu plus larges que hautes, échancrées en dessus, distantes de 15 millimètres environ; leur largeur est à peine la septième partie de celle des côtes; cette espèce se rencontre fréquemment dans les carrières à grès des environs de Saarbruck, sous la forme de troncs qui occupent encore leur position droite primitive, la figure 5, planche 19 représente un d'entre eux réduit au cinquantième. Il mesurait près de 8 mètres de haut et $1^m,70$ de diamètre. On peut se faire ainsi une idée assez exacte de la forme de ces plantes par cet exemplaire qui probablement n'avait pas encore atteint sa limite de croissance. On peut également voir au Muséum un *Syringodendron alternans* provenant des mines de Bessèges, muni de nombreuses racines stigmarioïdes ayant $2^m,80$ de circonférence au-dessus des racines et $4^m,70$ à leur pourtour; celles-ci sont fortes, vigoureuses, dichotomes, s'atténuant assez rapidement et portant les cicatrices gironées caractéristiques des Stigmaria, organes dépendants des Sigillaires comme nous le verrons. Je rappellerai, en outre, que précédemment nous avons vu les cicatrices du *Sigillaria tessellata* recouvrir celle du *Sigillaria microstigma*, et de plus celles du *Syringodendron pachyderma*.

Ces divers exemples montrent que l'on doit considérer les *Syringodendrons*, non comme constituant un genre indépendant, mais comme les parties inférieures de troncs de Sigillaires auxquelles, pour la plupart, on a pu les rattacher directement.

ÉPIS DE SIGILLAIRES.

SIGILLARIOSTROBUS, Schimper (*fig.* 9, *pl.* 17).

Ce sont des épis pédicellés, strobiliformes, cylindriques allongés, portant des bractées lancéolées, parcourues par une côte médiane saillante, coriaces, rétrécies brusquement à la base en un pédicelle triangulaire, les corps reproducteurs sont fixés à la base des bractées.

Ces épis se distinguent facilement de ceux des *Lépidodendrons* par leurs bractées dont la base est insérée presque verticalement, au lieu de l'être horizontalement, comme dans ces derniers.

Sigillariostrobus mirandus. G. R.

Épis grêles, portant sur un cycle de la spire, un petit nombre de bractées coriaces obtuses courtes, disposées en séries verticales à base étalée en plateau ; sous cette base, on remarque 3 ou 4 corps arrondis (sacs polliniques?) fixés par de courts pédicelles.

Maintenant que nous connaissons, au moyen des empreintes les caractères extérieurs des Sigillaires, nous pouvons aborder plus facilement l'étude de leur structure anatomique et déduire de cette structure la place que ces plantes doivent occuper dans la classification botanique.

CHAPITRE XIII

STRUCTURE ANATOMIQUE DES SIGILLAIRES

Il n'est pas rare de rencontrer dans les gisements carbonatés ou silicifiés d'Angleterre, d'Allemagne et de France des fragments isolés, de bois, d'écorce, de racines qui se rapportent à des Sigillaires et qui présentent une structure interne conservée, mais ce qui l'est extrêmement, c'est de trouver un bois de Sigillaire recouvert de son écorce avec cicatrices déterminables, pouvant se rapporter sûrement soit à une espèce, soit à un genre reconnu sur des empreintes par les Paléobotanistes.

Deux espèces de Sigillaires à structure interne conservée, ont seules, jusqu'ici, présenté des cicatrices assez nettes, pour qu'il fût possible de les identifier à des genres, et même à des espèces admises sans contestation d'après leurs empreintes.

Ces Sigillaires sont d'une part le *Sigillaria elegans*, décrit par Brongniart, de l'autre le *S. Spinulosa* de MM. Grand'Eury et Renault.

Pour conserver l'ordre que nous avons suivi dans l'exposition qui précède nous nous occuperons d'abord du *Sigillaria Spinulosa*.

Sigillaria spinulosa. GR. B. R. (*fig.* 1, *pl.* 18).
Attribution spécifique.

Les cicatrices foliaires (1) font saillie sur de légers mamelons en quinconce comme dans le *S. spinulosa* de Germar, lorsqu'ils n'ont pas été comprimés. La distance transversale de deux cicatrices voisines et dans certains échantillons silicifiés de 35 à 30 millimètres, et la distance verticale seulement de 25 à 30 millimètres;

(1) Mémoires des savants étrangers à l'Académie, t. XXII, n° 9.

dans d'autres, les distances correspondantes ont été trouvées de 12 millimètres et de 6 millimètres.

Dans le *S. Lepidodendrifolia* qui pourrait être comparé à l'échantillon silicifié, les distances verticales de deux cicatrices l'emportent, comme nous le savons, sur les distances transversales.

La surface de l'écorce est marquée de stries longitudinales plus ou moins saillantes et non de rides transversales parallèles au bord des cicatrices, comme dans le *S. Lepidodendrifolia*.

Les cicatrices sont subpentagonales, légèrement plus hautes que larges, 10 millimètres de haut sur 9 millimètres de large dans les échantillons très développés, plus larges que hautes, au contraire dans les échantillons plus jeunes, arrondies à la partie inférieure, les angles latéraux aigus, échancrées en dessus.

La trace vasculaire médiane est allongée, transversalement arquée, les cicatrices sont planes, parallèles à la tige ; ces différents caractères rapprochent l'échantillon silicifié du *Sigillaria spinulosa* de Lobejün (Saxe), de Germar.

On ne rencontre pas, il est vrai, de cicatricules de racines adventives à la surface, mais la portion de Sigillaire en question appartenait à la partie supérieure de la tige si on en juge par le peu de développement du cylindre ligneux.

BOIS.

La partie centrale se compose essentiellement d'un cylindre ligneux *a* disposé en lames rayonnantes, finement strié, sans aucune division apparente. Les trachéides qui composent le cylindre ligneux sont allongées et rayées, disposées en séries rayonnantes séparées par de minces rayons médullaires. Ceux-ci sont assez étendus longitudinalement, ils renferment 10 à 12 cellules en hauteur et 1 à 2 en épaisseur.

L'observation de ces rayons dans le sens radial, est assez difficile parce que souvent ils n'ont qu'une seule rangée de cellules, dont les parois peuvent se confondre avec les raies des trachéides

au milieu desquels ils se trouvent plongés. Ces cellules sont à sections rectangulaires, plus étendues dans le sens radial que hautes. Une coupe tangentielle montre qu'ils sont assez nombreux, et faciles à distinguer des sections de faisceaux *foliaires* avec lesquels il est impossible de les confondre.

L'existence dans les Sigillaires de rayons médullaires analogues à ceux des plantes phanérogames surtout des phanérogames gymnospermes est donc absolument certaine, malgré l'opinion contraire de quelques Paléobotanistes.

Ce premier cylindre constitue la partie exogène du système ligneux, la portion endogène ou centripète est représentée par une couronne de faisceaux lunulés, isolés les uns des autres, comme dans les *Poroxylées* mais plus serrés et mieux fournis, la face de chaque faisceau qui se trouve en contact avec le bois, contient les éléments les plus fins rayés et réticulés fig. 4 *d*, la partie convexe tournée du côté de la moelle, renferme au contraire les trachéides rayées les plus développées ; leur nombre est égal à celui des faisceaux ligneux centrifuges, primitifs.

Il était important de préciser si ces faisceaux vasculaires concouraient à la formation des cordons foliaires.

La question a été résolue sans l'ombre d'un doute, le docteur Hooker (1) doutant de cette origine, jadis non constatée dans le *S. elegans* pensait qu'ils prenaient naissance dans le bois extérieur, et admettait malgré l'arrangement radial de celui-ci que l'organisation des Sigillaires rentrait dans celle des *Lépidodendrons*.

On a pu suivre (2) les cordons foliaires depuis leur point de départ entre les deux systèmes ligneux, où ils empruntent des éléments à l'un et à l'autre système, jusque dans les feuilles.

La figure 3, planche 18, dirigée tangentiellement au cylindre ligneux extérieur montre au milieu des trachéïdes la coupe transversale d'un cordon ; il est formé de deux parties distinctes, celle du haut contenant de gros éléments, correspond à la région centri-

(1) *Memoirs of the geological survey of Great Britain*, 1848.

(2) *Mémoires des savants étrangers à l'Académie*, t. XXII, n° 9 et *Structure de quelques tiges de la Flore carbonifère*, Renault, 1879.

pète, celle du bas au contraire à la région centrifuge; entre les deux portions on voit quelques éléments plus fins mal conservés, et au-dessous du cordon, quelques cellules libériennes. Le faisceau foliaire double à l'origine reste donc double en traversant le bois, il s'élève ensuite verticalement, pendant quelque temps dans la partie parenchymateuse de l'écorce, puis se recourbe horizontalement pour entrer dans la région prosenchymateuse et pénétrer ensuite dans les feuilles.

Sur la figure 5, qui représente une coupe verticale tangentielle, passant dans la région prosenchymateuse de l'écorce on peut constater la présence des deux parties du cordon superposées, la portion centrifuge est organisée en lames rayonnantes et en dehors on distingue nettement la région libérienne extérieure du faisceau. La portion centripète est disposée sans ordre, et ses éléments sont plus gros.

Sur une coupe radiale (*fig.* 6), passant dans la même région de l'écorce, on voit également les deux portions distinctes et séparées du cordon, les vaisseaux intermédiaires les plus fins étant mal conservés; au-dessous se trouvent les éléments du liber, et le faisceau est bordé d'une gaîne circulaire formée de deux ou trois rangs de cellules à sections, rectangulaire allongée dans le sens du cordon, et arrondie transversalement.

Dans sa course ascendante dans l'écorce, le cordon affecte, sur une section transversale, la forme d'un triangle dont la pointe est tournée vers l'extérieur, c'est vers cette pointe que ce trouvent placée la partie centrifuge, entourée dans certaines préparations d'une certaine épaisseur de liber mou,

ÉCORCE (*fig.* 1, 2, 5, 6, *pl.* 18).

Deux assises bien distinctes forment l'écorce.

La première, la plus interne renferme les éléments libériens, du parenchyme et des cellules grillagées, mais très mal conservés ; elle est traversée par les nombreux cordons vasculaires qui s'élèvent ver-

ticalement avant de pénétrer dans la partie extérieure; c'est à sa destruction probablement assez rapide, qu'est due la séparation, presque constante, de la portion qui porte les cicatrices d'une part et du cylindre ligneux de l'autre.

La partie corticale extérieure se rencontre très fréquemment dans les gisements silicifiés d'Autun, quelquefois elle est recouverte de cicatrices foliaires reconnaissables.

La structure de son tissu formé de bandes qui s'entre-croisent dans toute son épaisseur, et produisent dans leur marche sinueuse de nombreuses mailles remplies de tissu cellulaire, lui avait fait donner le nom de *Dictyoxylon*, par Brongniart (*fig.* 2).

L'épaisseur de cette partie de l'écorce pouvait devenir très grande; il n'est pas rare d'en trouver à l'état silicifié des fragments qui mesurent cinq ou six centimètres, les mailles du réseau s'agrandissent en se rapprochant de la surface. Les cellules qui forment les mailles sont allongées, prismatiques à parois résistantes, lisses, disposées dans le sens radial suivant les lignes assez régulières (*fig.* 6). Leur longueur est de $0^{mm},5$ à $0^{mm},6$, et leur largeur de $0^{mm},3$ à $0^{mm},4$; leurs parois latérales en se rapprochant aux deux extrémités leur donnent en section tangentielle un aspect prosenchymateux (*fig.* 5).

Les cellules qui remplissent les mailles, sont prismatiques à sections rectangulaire ou hexagonale, les bandes qu'elles forment, vont s'élargissant du centre à la circonférence et sont dirigées obliquement de bas en haut.

L'épiderme est composé de cellules polyédriques régulières, qui recouvrent les cellules prosenchymateuses et en même temps le tissu qui remplit les mailles, celui-ci moins résistant, a laissé le réseau seul se dessiner à la surface des empreintes, sous la forme de stries longitudinales, plus ou moins marquées, malgré la couche épidermique; cette dernière s'étend également sur le parenchyme cellulaire assez épais qui forme les coussinets des cicatrices.

Comme nous l'avons vu, les bandes de pseudo-prosenchyme (*Bast-tissue* des auteurs anglais) se resserrent de plus en plus à l'intérieur et finissent par ne plus être mélangées de tissu cellulaire,

les empreintes laissées par la face interne de cette partie de l'écorce, sont lisses, finement marquées de stries parallèles et de distance en distance on voit les cicatricules produites par le faisceau central et les deux arcs latéraux, qui correspondent aux cicatrices de la surface extérieure.

Sigillaria elegans, Brongt (*fig*. 7).

Cet échantillon a été décrit avec détail (1) en 1839, et longtemps, le seul dont la structure fut connue.

Les coussinets ont une forme rhomboïdale hexagonale, larges de 5 millimètres 1/2, et hauts de 3 seulement, les angles latéraux sont aigus, le côté supérieur droit, et l'inférieur arrondi, disposés sur deux spires croisées. Les cicatrices foliaires diffèrent à cause de la silicification d'un coussinet à l'autre, quelques-unes sont sensiblement hexagonales, les deux angles latéraux et les deux supérieurs sont aigus, les deux inférieurs arrondis, leur largeur est de $3^{mm},5$ et leur hauteur $2^{mm},5$.

La surface extérieure de l'écorce est faiblement costulée, la surface interne de la partie prosenchymateuse est *lisse* non marquée de *cannelures*, et de *mamelons*, comme les échantillons types de *Sigillaria elegans*, Brongt, en laissent sur leurs empreintes souscorticales, et comme cela se présente si nettement dans celles des *S. Tessellata*, *minima*, et de toutes les Sigillaires du *G. Rhytidolepis*.

BOIS.

Le cylindre ligneux circulaire mesure 16 millimètres de diamètre, son épaisseur totale n'est que de 1 millimètre, il comprend :

1° Un bois centrifuge (*fig*. 8) formé de lames rayonnantes séparées par des rayons médullaires, de 1 ou 2 rangs de cellules en épaisseur et de 2 à 4 en hauteur, suivant qu'ils séparent les coins de bois, ou les lames qui composent ces derniers, les trachéïdes sont toutes rayées ou réticulées ;

2° Un bois centripète formé de faisceaux vasculaires à section

(1) *Archives du Muséum*, t. I, Brongniart.

lunulée en contact avec le cylindre extérieur et dont les trachéides rayées ayant le plus grand diamètre sont du coté de la moelle.

Les cordons foliaires prennent naissance entre les deux bois (*fig.* 9), traversent obliquement le cylindre extérieur, puis s'élèvent verticalement pendant un certain temps dans la partie molle de l'écorce, ensuite se recourbent horizontalement pour se porter aux feuilles à travers la partie extérieure résistante de cette dernière.

Le cordon foliaire est double à son origine; sur des coupes longitudinales faites dans la portion ascendante du faisceau qui est triangulaire, quelques cellules séparent entre elles les trachéides extérieures ou centrifuges, ce sont de faibles indices de rayons médullaires qui commencent à se montrer.

Des coupes tangentielles dirigées dans l'écorce et rencontrant les cordons, les montrent également formés de deux parties distinctes, l'une rayonnante et accompagnée de liber extérieurement, l'autre disposée sans ordre et contenant des trachéides de plus grand diamètre. La figure 8 indique que les cordons s'échappent de la partie extérieure des faisceaux centripètes alternativement de deux en deux.

ÉCORCE.

Dans le *Sigillaria* décrit par Brongniart, la partie pseudo-prosenchymateuse seule a persisté, elle est formée uniquement de cellules allongées disposées en bandes rayonnantes, comme nous l'avons indiqué plus haut, mais, sans interposition de bandes cellulaires, par conséquent, ne présente pas l'aspect réticulé du *Sigillaria spinulosa* (*fig.* 10), son épaisseur est de 4 millimètres.

La surface interne de cette partie de l'écorce n'a pu donner comme empreinte sous-corticale, qu'une surface finement striée marquée seulement des trois cicatricules correspondant aux cicatrices extérieures, mais beaucoup plus rapprochées que dans le cas du *S. spinulosa*, et analogues à celles que fournirait par exemple le *S. Menardi.* Comme on le voit, les *Sigillaria spinulosa* et *Elegans* ne diffèrent nullement par la structure générale du système ligneux, la consti-

tution de l'écorce seule présente quelques diversités, dues probablement à ce que dans ce dernier, l'accroissement en épaisseur était moindre, et aussi à ce que les feuilles étaient beaucoup plus nombreuses.

FEUILLES (*fig.* 6, *pl.* 17).

Les feuilles de Sigillaires étaient longues, rigides, dressées contre la tige dont elles occupaient seulement l'extrémité supérieure, assez rapidement caduques. Leur forme à la base est indiquée sensiblement par celle des cicatrices qu'elles ont laissées après leur chute, à une certaine hauteur, elles étaient sensiblement triangulaires, munies d'une arête saillante en dessous et d'une rainure longitudinale en-dessus.

Des coupes transversales faites dans des fragments silicifiés, ont montré, à la partie centrale, un faisceau vasculaire unique (*fig.* 11), formé de deux parties distinctes, superposées, correspondant à la partie centripète et à la partie centrifuge du cordon.

Au-dessous de l'épiderme, muni de stomates se trouve du tissu hypodermique disposé soit en couche continue, soit en bandes isolées (*S. elegans*), c'est à ce tissu plus ou moins abondant que les feuilles de Sigillaires devaient leur rigidité.

Comme jusqu'à ce jour, l'attribution spécifique et même générique, des racines de Sigillaires n'a pu être faite avec certitude, nous nous en occuperons avec détail, lorsque nous aurons examiné la structure des différentes tiges qui se rapportent à cette famille.

Deux formes nous restent à étudier, ce sont celles offertes par le *Diploxylon* de Corda et le *Sigillaria vascularis* de M. Binney.

DIPLOXYLON. Corda (*fig.* 12, *pl.* 18).

Ce sont des troncs élevés, épais, cylindriques, cannelés, droits, recouverts d'une écorce épaisse.

Le cylindre ligneux est formé de deuz zones. Celle qui est extérieure est composée de lames rayonnantes séparées par des rayons

médullaires, peu épais de un ou deux rangs de cellules en épaisseur et de 15 à 20 en hauteur, il ne diffère pas notablement du cylindre correspondant, que nous avons étudié dans le *S. spinulosa*.

Le bois est formé uniquement de trachéides rayées, et paraît avoir pris un développement peu en rapport avec le diamètre de la tige. M. Dawson a signalé en effet, dans la formation houillère de la Nouvelle-Ecosse un tronc de Diploxylon mesurant 4^m,70 en hauteur et 50 centimètres de diamètre à la base, dans lequel le double cylindre ligneux n'atteignait que 6 à 7 centimètres d'épaisseur.

Le bois entièrement formé de trachéides rayées était marqué sur la coupe transversale, de lignes concentriques comme s'il y avait eu dans la croissance de cet arbre des périodes d'activité diverse.

Ce qui distingue essentiellement les *Diploxylon* des *Sigillaires* dont nous avons étudié la structure, c'est l'existence d'un bois centripète continu formant un cylindre complet, en contact avec le bois extérieur, il est composé comme ce dernier, de trachéides rayées dont le diamètre va croissant de la périphérie vers l'axe, disposées sans ordre, et sans traces de rayons médullaires.

La cavité centrale est généralement vide, la moelle n'ayant presque jamais été conservée.

Les cordons foliaires partent de l'intervalle compris entre les deux bois, et suivent une marche analogue à celle des cordons précédemment décrits. Sur une coupe tangentielle faite dans le bois, on voit ces nombreux faisceaux foliaires disposés d'après un ordre phyllotaxique très régulier. *L'Anabathra pulcherrima* de Witham, qui doit être rangé dans le genre *Diploxylon*, présente sur la section transversale de ces faisceaux, *au centre*, le bois centripète et *autour de lui*, disposée en lames rayonnantes, la portion centrifuge (*fig.* 2, *pl.* 19).

En résumé, le bois du Diploxylon ne diffère donc de celui des Sigillaires, qu'en ce que les faisceaux centripètes isolés de ces dernières, ont pris suffisamment de développement pour arriver au contact, et former un cylindre régulier continu à l'intérieur du bois centrifuge, et par cette particularité que le bois centripète des cordons foliaires est enveloppé complètement par le bois extérieur, au

lieu de l'être en partie seulement comme dans les Sigillaires.

G. Sigillaria vascularis, Binney (*fig.* 13, *pl.* 18, 1 *pl.* 19).

La constitution générale de cette tige est à peu près la même que celle d'un *Diploxylon*. En effet, à l'extérieur, le cylindre ligneux est formé d'une zone continue de trachéides rayées, disposées en séries rayonnantes, et séparées par des rayons médullaires, plus épais et plus allongés quand ils correspondent à l'intervalle des coins de bois que lorsqu'ils représentent ceux de ces coins eux-mêmes. Les cellules qui les constituent sont plus allongées dans le sens radial que dans les autres sens. Ce cylindre extérieur est parcouru par de nombreux faisceaux qui se rendent aux feuilles.

Dans les échantillons décrits, soit par M. Binney, soit par M. Williamson, ce cylindre extérieur n'a jamais présenté une épaisseur bien grande, quelquefois même il se réduit à une bande incomplète formée de quelques trachéides en épaisseur et placée sur un côté seulement de la circonférence.

En dedans de ce premier bois centrifuge, se trouve un cylindre complet, fermé, de bois centripète, dont les trachéides rayées vont en augmentant de la périphérie vers le centre ; ce deuxième cylindre extérieur rappelle celui des *Diploxylon*, mais il n'est pas limité par un contour régulier du côté de la moelle ; au contraire, il envoie des prolongements multiples dans l'intérieur de cette dernière, et, de plus, d'autres faisceaux de forme variable isolés, se montrent au sein même du tissu médullaire, et rappelle ce que nous avons déjà observé dans le *Poroxylon Duchartrei*, la principale différence consiste en ce que les trachéides sont ponctuées dans ce dernier, au lieu d'être rayées comme dans le *S. vascularis*. Les cellules de la moelle réduite à des lames de faible épaisseur, sont à sections rectangulaires, plus hautes que larges, et polygonales dans la coupe transverse.

En dehors du cylindre ligneux se trouve la couche libérienne, formée d'éléments mous peu résistants, et qui généralement n'a pas été conservée.

L'épaisseur de cette zone atteint celle du diamètre du cylindre ligneux.

Cet espace est limité par la partie extérieure de l'écorce qui, constituée par des éléments plus solides, se montre formée d'abord à l'intérieur, de cellules polygonales irrégulières, plus hautes que larges, qui vont en diminuant de diamètre et en s'allongeant à mesure que l'on s'approche davantage de la périphérie; les parties les plus externes sont franchement fibreuses, disposées en séries rayonnantes et forment la partie la plus résistante et la plus solide de l'ensemble de la tige.

Les cordons foliaires m'ont paru être constitués sur une coupe transversale, comme ceux des Diploxylon, le mauvais état de conservation des échantillons étudiés ne me permet pas d'affirmer cette identité.

M. Williamson, qui dispose de nombreux échantillons n'a pu réussir à suivre les cordons foliaires jusqu'à leur origine (1). « Je ne saurais, dit-il, me prononcer définitivement sur le lieu de leur naissance, mais j'en ai assez vu pour confirmer ce que j'ai avancé, c'est-à-dire qu'il suffit de retirer la portion vasculaire médullaire centrale de la plante, pour la changer en Diploxylon ; l'identité de ces deux plantes, au point de vue général de l'architecture, est aussi exacte qu'elle peut l'être dans les autres détails de la tige. »

Le *S. vascularis* présente donc, du côté de la moelle, ce développement vasculaire, mais encore plus marqué, que nous avons rencontré dans les Diploxylon; toutefois, la différence entre les deux tiges, n'est pas tellement grande, qu'on ne puisse les placer dans deux genres voisins.

Le faible développement de la partie centrifuge du bois, son absence, même dans de jeunes rameaux, a porté M. Binney, d'une part et M. Williamson de l'autre, à les considérer comme appartenant à des *Lépidodendrons*, de sorte que ceux-ci, à un certain moment de leur existence, se seraient entourés d'un bois exogène à couche génératrice extérieure permanente. Généralisant ensuite cette hypothèse et l'appliquant à toutes les tiges, de structure analogue, ils pensent que les Sigillaires, avec leur bois centrifuge, ne sont que

(1) *On the organisation of the fossils plants*, part. II, *Lycopodiacæ*.

des Lépidodendrons suffisamment âgés pour que la couche ligneuse exogène ait apparu et ait pris une importance plus ou moins grande, suivant l'espèce et le moment auquel on l'observe.

J'ai rappelé ou fait connaître (1) la structure de quelques Lépidodendrons classiques, ou indiscutables, tels que *L. Harcourtii*, *Lomatophloios crassicaule*, *Lepidodendron Rhodumnense*, etc. Tous ces Lépidodendrons même dans un âge assez avancé, et lorsque la tige avait atteint 5 à 15 centimètres de diamètre, ne m'ont *jamais* offert de bois exogène centrifuge, mais uniquement un bois centripète plus ou moins développé, seul représentant du système ligneux de la tige. Les cordons foliaires ne sont pas formés de deux portions à accroissement inverse, comme ceux que nous avons signalés soit dans les Sigillaires, soit dans les Diploxylons, de plus, ils prennent toujours naissance à la périphérie du cylindre ligneux, où se trouvent les trachéides les plus petites.

Les analogies que l'on peut reconnaître entre les différentes couches corticales des Lépidodendrons et des Sigillaires (abstraction faite des cicatrices qui sont toujours différentes sur les échantillons à surface nette), proviennent de ce que ces deux catégories de plantes vivaient dans des conditions analogues, et que leurs écorces qui prenaient un développement considérable concourraient essentiellement de part et d'autre, à donner de la solidité à l'édifice végétal.

Dès lors, une remarque importante à faire, c'est que dans les Lépidodendrons, par sa constitution et par son mode de développement uniquement centripète, le cylindre ligneux avait un diamètre extérieur constant, tandis que dans les Sigillaires, ce cylindre ligneux pouvait augmenter d'épaisseur par l'addition continuelle, peut-être assez lente, de bois exogène centrifuge.

Mais dans les deux groupes, le diamètre total de la tige augmentait par le développement des couches de prosenchyme et de suber, formant les assises externes de l'écorce.

Nous sommes donc amenés, par l'examen du bois et des cordons foliaires de Lépidodendrons certains, et des mêmes parties, dans

(1) Structure comparée de quelques tiges de la Flore carbonifère, *Archives du Muséum*, 1879.

les Sigillaires et les Diploxylons à constater des différences fondamentales qui ne permettent pas de les confondre.

De plus, pour qu'un Lépidodendron pût devenir une Sigillaire en vieillissant, il faut attribuer aux Cryptogames de l'Epoque carbonifère une zone génératrice fonctionnant plus ou moins activement, mais d'une manière permanente, à la matière du *cambium* de la grande majorité des plantes phanérogames ; aucune observation faite chez les plantes cryptogames actuelles ne justifie cette hypothèse.

Le fait observé par M. Williamson de *jeunes* rameaux de *Sigillaria vascularis*, sans bois extérieur centrifuge, formant une zone continue autour du cylindre centripète, est certainement exact, mais nous ne doutons pas que les faisceaux foliaires qui en partent ne soient formés comme ceux des Diploxylons et ceux des Sigillaires, de deux parties distinctes à accroissement inverse l'un de l'autre.

L'une toutefois, dans la tige, a pris immédiatement un développement assez considérable, c'est la portion centripète, l'autre au contraire représentée seulement par quelques trachéides correspondant à la portion centrifuge, est restée dans les cordons foliaires, sans grand accroissement secondaire, tandis que dans la tige, elle a pris, mais un peu tard seulement, un développement appréciable. Les exemples ne manquent pas dans le règne végétal, surtout parmi les Cycadées, de couches cambiales restant inactives pendant quelque temps, et formant des zones ligneuses souvent considérables, à un moment donné de la vie de la plante.

Le cas offert par le S. vascularis, ne prouverait selon nous qu'une chose, c'est que la zone génératrice centrifuge de la tige, à cause même du développement considérable du bois centripète, est restée stationnaire pendant quelque temps, sans former de bois secondaire, et qu'ensuite l'allongement de la plante a rendu nécessaire cette production, qui s'est continuée dès lors uniformément, comme dans les autres Diploxylées.

Les faits connus, puisés dans l'étude des plantes encore vivantes, peuvent donc suffire pour rendre compte de ces anomalies apparentes.

Si, comme nous le croyons, les Sigillaires sont phanérogames, elles

doivent l'être dans toutes leurs parties; en effet, quelle que soit l'étrangeté des types végétaux, que l'on rencontre dans ces temps reculés, elle ne va pas jusqu'à nous offrir la réunion, sur la même plante, de classes ou d'embranchements divers. Les végétaux appartenant à des embranchements différents, et placés dans des conditions de vie, semblables, subissent, il est vrai, des modifications analogues et parallèles, mais ces modifications ne parviennent pas à les confondre.

Les fructifications actuellement rapportées aux Sigillaires, ne peuvent ni appuyer, ni infirmer notre manière de voir ; car les différents épis décrits par MM. Goldenberg, Grand'Eury, etc., ont toujours été trouvés dans le voisinage, mais non en connexion directe avec ces plantes.

Il en est de même des genres de graines, *Trigonocarpus*, *Polygonocarpus* que MM. Newberry et Grand'Eury regardent comme leur ayant appartenu.

Il ne nous reste plus dès lors, qu'à étudier leurs racines, mais plus heureux que pour les organes de reproduction, les Paléobotanistes ont eu fréquemment l'occasion de trouver des troncs de Sigillaires munis de ces organes, qui ont été désignés sous le nom de *Stigmaria*.

Leur structure anatomique, actuellement assez bien connue, devra refléter les caractères généraux de la structure de la tige, et nous dire si ce sont des racines de plantes cryptogames ou si elles appartiennent au contraire, à des Végétaux phanérogames.

CHAPITRE XIV

STIGMARIÉES

Sous le nom de *Stigmariées* on désigne des plantes ou parties de plantes très répandues, dans les terrains houillers, supérieur, moyen et inférieur, et jusque dans les couches dévoniennes. Elles se présentent sous forme de grandes branches cylindriques se dirigeant parallèlement au toit des bancs de houille, en se dichotomisant. Leur surface est marquée de nombreuses cicatrices arrondies, bordées par un bourrelet circulaire plus ou moins saillant, et ombiliquées au centre. Ces cicatrices sont disposées sur des spirales régulières dont le développement est quelquefois interrompu brusquement, il n'est pas rare de voir entre les spires précédentes, des cicatrices, quelquefois plus petites, ovales, qui ne semblent pas suivre d'ordre phyllotaxique déterminé.

Les organes appendiculaires, qui ont donné naissance de ces cicatrices étaient allongés (*fig.* 6, 7, *pl.* 19) ; cylindro-coniques arrondis et renflés à la base, terminés par un mamelon cylindrique, s'engageant assez profondément dans l'épaisseur corticale du Stigmaria, ces organes étaient charnus parcourus dans toute leur longueur par un faisceau unique, rarement dichotomes, et se détachaient assez promptement du tronc sur lequel ils étaient articulés.

Ce dernier renfermait un cylindre ligneux, formé de lames rayonnantes et entouré par un parenchyme cortical très épais. Son extrémité qui sur une certaine étendue portait les organes précédents, était obtuse et légèrement aplatie.

De nombreuses recherches ont été faites sur les *Stigmaria;* les hypothèses les plus diverses ont été émises sur ces végétaux

extrêmement abondants que l'on trouve en place, tantôt isolés, tantôt accompagnant des tiges de Lépidodendrons ou de Sigillaires, et que l'on a pu suivre sur une longueur de quinze à vingt mètres sans que leur diamètre parut varier.

Petiver en 1704, Volkmann en 1720, Parkinson en 1820 en ont décrit et figuré quelques fragments. Steinhauer, il y a plus de 60 ans, les fit connaître dans leur ensemble extérieur.

Sternberg, 1826 (1), le premier, a signalé leurs appendices charnus et a comparé les Stigmaria aux Euphorbiacées arborescentes.

Martius y voyait un *Cacalia* ou un *Ficus*. Brongniart les rapprocha d'abord des Lycopodiacées, puis plus tard les considéra comme des racines de Sigillaires.

Corda pensait qu'ils représentaient une forme intermédiaire entre les *Crassulacées*, les *Cactées* et les *Zamiées*.

Pour Lindley et Hutton, c'étaient des plantes dicotylédones aquatiques, à tronc épais, possédant des rameaux dichotomes étendus horizontalement et garni de feuilles charnues.

Goldenberg y voit également une plante *sui generis* tout en accordant aux Sigillaires des racines stigmarioïdes, mais à cicatrices moins régulières.

Göppert, qui avait adopté la manière de voir de Lindley, est arrivé à la suite de nombreuses observations dans les mines de Silésie, à se ranger à la même opinion que Binney, Hooker, Dawson... ces différents paléontologistes comme l'on sait, ont trouvé dans diverses houillères, des souches de sigillaires terminées par des racines stigmarioïdes. Brongniart (2) regarde comme concluantes les observations de Binney et Dawson, et admet que les *Stigmaria* sont des racines de *Sigillaires*.

D'un autre côté, Schimper (3) a reconnu que le *Knorria longifolia* des carrières de la Grauwacke de Burbach près de Thann, portait à sa base une racine stigmariforme bifurquée parfaitement caractérisée, par conséquent que des végétaux ayant appartenu au groupe des

(1) Fossil flora, XII, vol. 1.
(2) Tableau des genres des végétaux fossiles, p. 56.
(3) *Traité de paléont.*, vol. 2, p. 117.

Lycopodiacées avaient possédé également pour racines des *Stigmaria.*

En résumé, les observations de Binney, Hooker, Gœppert, Dawson... prouvent d'un côté que les Sigillaires ont émis des racines ayant la forme de *Stigmaria*, et celles de Schimper, que certaines *Lycopodiacées* en ont eu de semblables.

Lorsque les Stigmaria *peuvent* être considérés comme des *racines* ils rayonnent, d'un centre commun *(fig.* 10, *pl.* 17 ; *fig.* 9, *pl.* 19*)* (1) qui offre quelquefois la forme de cylindre, de cône ou de dôme, dont le diamètre varie de 20 centimètres à 1 mètre et au delà, ce centre est évidemment le tronc primitif d'une Sigillaire ou d'un Lépidodendron, souvent les racines principales sont au nombre de quatre, chacune de ces racines se divise ensuite par dichotomie, cette dichotomie se répète pour les racines de second ordre.

Mais il arrive fréquemment que l'on rencontre des fragments de Stigmaria de 6 à 8 mètres. Gœppert en a suivi sur une longueur de 10 mètres et plus, sans dichotomie et sans diminution sensible de grosseur.

Cette observation est difficilement explicable par l'existence de simples racines. Il est une autre remarque également très importante, c'est la présence du *Stigmaria ficoides* dans des couches où il n'existe aucune trace de sigillaires, telles que la Grauwache des Vosges, le grès jaune d'Irlande, le culm du Roannais, etc., etc. Et la présence du même fossile dans les couches supérieures du terrain houiller telles que celles du Rothliegende, là où les Lépidodendrons n'existent plus ou sont devenus extrêmement rares. L'étude de leur structure interne va jeter quelque jour sur cette question difficile, et nous permettra de soulever une partie du voile; mais avant d'aborder la structure anatomique des *Stigmaria*, nous allons préciser les caractères extérieurs de quelques espèces.

Le type le plus répandu est le *Stigmaria ficoides*. C'est autour de lui que viennent se grouper le plus grand nombre des espèces ou variétés que l'on a pu distinguer.

(1) *Voir* aussi le frontispice.

Stigmaria ficoides. Brongt. (*fig.* 7, *pl.* 19).

Ce sont des troncs épais, à dichotomies successives divergeant presque horizontalement, dans les couches où ils sont encore en place, dont l'écorce est creusée de cavités circulaires, munis d'appendices cylindro-coniques, charnus, longs de 30 à 40 centimètres, rarement dichotomes, laissant après leur désarticulation, des cicatrices rondes disposées régulièrement en spirale. Le diamètre des troncs et celui des cicatrices varient suivant les échantillons. Il n'est pas rare de voir la régularité des spires formées par les cicatrices, rompue de temps à autre par l'intercalation de nouvelles spires, et par la présence de cicatrices plus petites et elliptiques disposées irrégulièrement.

Loc. Très communs dans tous les étages houillers.

Stigmaria undulata. Gœpp. (*fig.* 8, *pl.* 19.)

Dans cette espèce, l'écorce est marquée de sillons longitudinaux, ondulés, contournant les cicatrices.

Loc. Dans le terrain houiller inférieur, et la Grauwache des Vosges.

Stigmaria stellata, Gœpp.

Autour de chaque cicatrice, se trouvent disposés en étoile des stries ou des sillons.

Loc. Couches houillères supérieures.

Structure anatomique des Stigmaria

Jusqu'à présent, la structure anatomique des Stigmaria n'a été observée que sur les espèces appartenant au type du Stigmaria ficoides, c'est du reste celui qui nous interesse le plus dans ces leçons, comme se rapportant plus spécialement aux Sigillaires.

Il est naturel d'admettre que les *Stigmaria* qui appartiennent aux plantes de la classe des Lycopodiacées refléteront dans leur structure celle de la tige elle-même, avec autant d'exactitude que le *Stigmaria ficoides* reproduit celle des Sigillaires.

La structure interne du *Stigmaria ficoides* est assez bien connue, grâce aux recherches de Witham, Lindley et Hutton, Brongniart, de MM. Gœppert, Binney, Williamson, ces recherches ne se rapportent toutefois qu'aux branches; aucun fragment de la partie centrale du tronc, d'où elles rayonnent, n'ayant encore été rencontré, suffisamment bien conservé, pour qu'on put en faire l'examen microscopique.

Le cylindre ligneux se compose (*fig.* 6, *pl.* 19) de trachéides rayées disposées en séries rayonnantes, séparées par de nombreux rayons médullaires plus accusés, que dans les troncs de Sigillaires eux-mêmes. Les coins de bois résultant de la juxtaposition de ces lames sont terminés en pointe arrondie du côté de la moelle, de sorte que le moule de cette dernière présente des cannelures longitudinales superficielles.

Le bois est traversé par de nombreux cordons vasculaires qui prennent naissance vers l'extrémité interne des coins de bois, ils sont accompagnés d'une couche épaisse de tissu cellulaire, qui simule un rayon haut et épais. Ils se rendent en décrivant un arc, dans les organes appendiculaires, dont ils affectent la disposition phyllotaxique régulière.

Le plus souvent, la moelle a disparu et le vide a été comblé par de la matière minérale, de sorte qu'il est impossible de reconnaître si les échantillons renfermaient, ou non, un bois médullaire centripète, ou des faisceaux vasculaires isolés; cependant Gœppert a trouvé dans l'intérieur de quelques fragments (*fig.* 6, *pl.* 19) des faisceaux isolés, pour ainsi dire flottants, d'où semblaient partir les cordons qui se rendaient au dehors à travers le bois.

Dans des Stigmaria silicifiés d'Autun, comme nous le verrons plus loin, cette partie centrale s'est trouvée complètement remplie de trachéides rayées, plus petites et plus étroites que celles du cylindre ligneux extérieur, et c'est entre ce bois médullaire et le bois extérieur que prennent naissance les cordons vasculaires.

Le parenchyme cortical qui se trouve en dehors du cylindre ligneux est formé de cellules polygonales à parois minces et très épaisses comparativement au diamètre de ce dernier.

Ce parenchyme très peu résistant a généralement disparu, et le cylindre ligneux qui jadis en occupait le centre se trouve, dans les moulages, rejeté latéralement contre la partie externe plus coriace de l'écorce; celle-ci assez épaisse, formée de cellules petites, serrées, plus ou moins fibreuses suivant les espèces, était creusée de cavités cylindriques, dans lesquelles s'engageaient, à plusieurs millimètres de profondeur, les extrémités des organes appendiculaires (*fig.* 6 et 7, *pl.* 19).

Telle était la constitution générale du type que l'on a désigné sous le nom de *Stigmaria ficoides;* pour compléter les notions précédentes, nous allons étudier en particulier quelques-uns des échantillons recueillis dans diverses localités. Cette étude nous permettra de pénétrer plus avant dans l'interprétation de ces singuliers végétaux.

On sait que les beaux échantillons de *Stigmaria ficoides* qui ont servi aux travaux de Gœppert proviennent du terrain de transition, près de Falkenberg, dans le comté de Glatz. La figure 6, planche 19, nous montre une portion de la tige de l'un d'eux, coupée transversalement. On distingue nettement un certain nombre de coins de bois, quelquefois disjoints par la pétrification, formés de lames de trachéides rayées disposées en séries rayonnantes et séparées par de nombreux rayons médullaires. La moelle centrale renferme, d'après Gœppert, quelques faisceaux isolés, d'où semblent partir les cordons qui se dirigent vers les organes appendiculaires extérieurs. Mais les figures données par ce savant (1) laissent bien quelques doutes sur la véritable position de ces faisceaux au milieu d'une moelle en partie détruite.

Sur des coupes transversales faites au moyen d'échantillons carbonatés de Stigmaria ficoides provenant de Falkenberg, nous avons pu reconnaître, traversant le cylindre ligneux obliquement, deux ordres de faisceaux vasculaires; les uns (*fig.* 1, *pl.* 20), plus nombreux, de forme triangulaire isocèle allongée, composés de trachéides rayées beaucoup plus étroites que celles du cylindre ligneux

(1) *Les genres de végétaux fossiles*, t. XIII. La figure 6, planche 19, est une réduction de la figure de Gœppert.

proprement dit; la *pointe* du faisceau est tournée du côté de l'axe de la tige et les éléments ligneux sont un peu plus larges à l'extrémité opposée; jamais nous n'avons observé de division du faisceau; dans l'intérieur de la tige, il se dirige toujours seul dans l'intervalle que lui laisse les lames rayonnantes du cylindre ligneux. Les éléments du liber ne sont pas conservés dans ce parcours intérieur.

Le deuxième ordre de faisceaux se compose de cordons, offrant la forme de triangle équilatère ou scalène (*fig.* 2, *pl.* 20).

On distingue facilement, sur *deux* ou *trois* points du pourtour du faisceau, des trachéides de petit diamètre, celles du centre étant beaucoup plus larges; la lumière de ces dernières est trois à quatre fois plus grande que celle des trachéides qui composent l'ensemble des faisceaux du premier ordre, décrit plus haut.

Les cordons vasculaires qui traversent le corps ligneux sont donc de *deux* natures : les uns, plus nombreux, sont des faisceaux foliaires; les autres, moins fréquents *dans l'intérieur du bois*, représentent des faisceaux de racines.

Il est très rare que les éléments libériens aient été conservés dans l'un et l'autre de ces deux systèmes de faisceaux; cependant la figure 3, planche 20, représente le bois primaire d'une jeune racine encore engagée dans le cylindre ligneux, où on distingue quelques traces de liber et une portion du contour de la membrane protectrice.

Le nombre des faisceaux qui appartiennent à des racines va en augmentant dans la région corticale des Stigmaria et donnent naissance à ces spires surnuméraires de cicatrices, ou disposées quelquefois irrégulièrement et que nous avons dit se trouver sur certains échantillons. Avant de quitter la tige des Stigmaria, les faisceaux vasculaires foliaires et radiculaires s'entourent d'une partie corticale épaisse et résistante (*fig.* 1, *pl.* 20).

Gœppert a figuré (1) une section transversale d'organe appendiculaire de *Stigmaria*, dont le faisceau vasculaire appartient plutôt à une racine qu'à une feuille; c'est la forme que prennent souvent les faisceaux radiculaires des plantes aquatiques, après l'apparition, sur le bord interne des arcs libériens, de quelques vaisseaux secon-

(1) L. c. *fig.* 48.

daires qui se réunissent alors, sans interposition de tissu cellulaire, aux vaisseaux primaires, dans l'intervalle des angles formés par ces derniers.

Les coupes tangentielles faites dans les mêmes échantillons, montrent les sections des nombreux cordons foliaires disposés en spirales, isolés chacun, dans l'intervalle assez allongé de deux lames ligneuses, et orienté la pointe en haut, mais inclinée légèrement du même côté par rapport à l'axe de la tige.

Le nombre des faisceaux radiculaires, au contraire, est assez restreint, parce qu'ils sont, en grande partie, postérieurs à la formation du cylindre ligneux.

L'examen de quelques échantillons de Falkenberg vient donc de nous apprendre que, sur certains points, le *Stigmaria ficoide* portait tout à la fois des cordons foliaires et des cordons radiculaires; par conséquent que ce *Stigmaria* doit être considéré, non plus comme une racine, mais comme un *rhizome*.

Quelques fragments de *Stigmaria*, recueillis par M. Grand'Eury dans les environs de Manchester, confirment cette déduction. En effet :

Des coupes tangentielles, faites dans la partie externe corticale de ces échantillons, montrent les sections de cicatrices foliaires, presque contiguës, disposées dans un ordre phyllotaxique régulier, et, entre elles, de petites racines apparaissant sans ordre déterminé. Dans certains fragments, des organes radiculaires ont été rencontrés sans mélange d'organes foliaires. Leur disposition paraît moins régulière que celle des feuilles.

Les cordons foliaires se distinguent par leur forme triangulaire un peu plus allongée, leurs éléments disposés en séries rayonnantes à partir de la pointe du faisceau, et par la *petitesse* des trachéides qui composent ces séries.

Les cordons radiculaires sont également triangulaires, mais les trachéides les plus petites paraissent disposées sur trois points de la périphérie ; les plus grosses, bien plus volumineuses que dans les faisceaux précédents, en occupent la partie centrale.

Dans quelques racines, on peut reconnaître des éléments libé-

riens disposés dans l'intervalle de deux lames primaires, et des trachéides, de moyenne grandeur et de formation secondaire, qui ont rejoint le bois primaire, comme cela se présente dans les racines de quelques plantes aquatiques.

Il n'est pas rare de voir (*fig.* 4, *pl.* 20) l'un des angles du bois primaire s'allonger dans le sens radial en une mince lame par l'addition, sur une seule rangée, de deux ou trois trachéides très grêles, et se mettre en contact avec les cellules spiralées d'une jeune radicelle; le centre de la radicelle paraît occupé par une trachée unique entourée d'une gaine qui est la continuation directe de la membrane protectrice de la racine ; le diamètre de la radicelle, avant sa sortie au dehors, ne dépasse pas $0^{mm},1$; ce n'est donc que dans des cas assez rares que les empreintes pourront reproduire les cicatrices laissées par les radicelles.

L'observation de quelques échantillons anglais nous permet de vérifier ce que nous avaient appris les échantillons d'Allemagne, c'est-à-dire que certaines portions de Stigmaria doivent être considérées comme des rhizomes émettant, dans un ordre phyllotaxique régulier, des appendices foliacés, des appendices radiculaires, ou, assez irrégulièrement, un mélange des deux, mais de plus que chacun des appendices radiculaires est une racine d'où partent latéralement des radicelles petites, grêles, dont il n'est pas étonnant que les empreintes n'aient pas conservé de traces à cause de leur ténuité.

Il est utile de remarquer que les faisceaux triangulaires des appendices foliaires ne présentent rien d'analogue à ce qui vient d'être signalé, pour ceux des racines.

Quelques échantillons de *Stigmaria* recueillis dans les environs d'Autun vont nous permettre d'approcher encore davantage de la solution de la question qui nous occupe.

La figure 5, planche 20, nous montre une section transversale de l'un d'eux. Le cylindre ligneux, formé comme toujours de lames rayonnantes de trachéides rayées séparées par d'épais rayons médullaires, entoure un axe complètement vasculaire ; les trachéides rayées qui constituent cet axe sont plus petites que celles du cylindre extérieur, et disposées sans ordre ; dans un seul échan-

tillon, jusqu'ici, j'ai rencontré cette partie centrale conservée; dans tous les autres, en assez grand nombre, elle est uniquement remplie de silice colorée; la délicatesse de cette partie du tissu ligneux explique sa disparition fréquente.

Tout autour du cylindre ligneux et à l'extérieur, on voit de nombreux faisceaux vasculaires cunéiformes, tous orientés de façon à ce que leur pointe plus ou moins obtuse soit tournée du côté de l'axe. Cette disposition est précisément inverse de celle que nous avons constatée pour les cordons foliaires des Sigillaires (*fig.* 8, *pl.* 18); les trachéides rayées qui forment ces cordons sont disposées en séries rayonnantes et plus petites que celles qui constituent le bois extérieur du Stigmaria. Quelquefois la pointe est coiffée d'un certain nombre de trachéides grêles, émises par la partie axiale de la tige, et qui constitue une sorte de bois centripète, mais le plus souvent, le bois centrifuge seul a persisté. Le liber n'est pas assez bien conservé pour pouvoir être décrit.

Une coupe tangentielle faite dans le cylindre extérieur (*fig.* 6, *pl.* 20), montre la double composition du sytème ligneux du cordon, qui prend naissance absolument comme dans les Sigillaires, entre le bois centripète et le bois centrifuge.

Aucun faisceau vasculaire, pouvant être rapporté à des racines, n'a été rencontré, soit en coupe tangentielle, soit en coupe transversale.

Il en résulte que cette portion de Stigmaria était la partie antérieure du rhizome, qui ne portait que des feuilles sur une certaine portion de sa longueur.

Sur une coupe tangentielle faite dans la partie extérieure corticale d'un petit fragment de Stigmaria, provenant de la même localité (*fig.* 7, *pl.* 20), nous trouvons l'indication de trois cicatrices, dont deux *a* et *b* sont occupées par des faisceaux vasculaires la troisième est vide.

Le faisceau *a* que l'on voit plus grossi (*fig.* 8) est un cordon foliaire, formé de lames rayonnantes, de trachéides rayées et réticulées, légèrement inclinées par rapport à l'axe du Stigmaria. Le bois est constitué par deux parties distinctes, l'une centripète, l'au-

tre centrifuge, la première est disposée sans ordre, la seconde est rayonnante.

La figure 9 montre en *d* et en *c* les trachéides qui composent ces deux parties, les premières sont plus allongées que les dernières, parmi lesquelles on distingue des rayons médullaires.

Aucune trace de liber n'a été conservée.

Le deuxième faisceau *b* appartient à une racine (*fig.* 10).

Le bois primaire *a* est à trois centres trachéens distincts, les lames primaires se sont rejointes au centre, les trachéides centrales sont ponctuées. Autour du bois primaire se trouve un bois secondaire *b* formé de deux ou trois assises de trachéides ponctuées disposées en séries rayonnantes, et séparées du cylindre central par un tissu détruit, le liber n'a pas été conservé.

Le dernier échantillon que nous venons d'étudier appartient peut-être au *Sigillariopsis Decaisnei* trouvé dans la même localité, et nous offre l'exemple d'un *Stigmaria* vivant dans des régions moins inondées probablement, que les précédents, et dont les racines pouvaient devenir ligneuses. Les cordons foliaires sont également plus vigoureux et devaient appartenir à des organes plus développés.

Mode de croissance des Sigillaires.

Ce qui précède permet de se faire une idée plus nette de la végétation des Sigillaires, on peut admettre en effet, qu'après la germination de la graine, la plante se développait sous forme de longs rhizomes plusieurs fois dichotomes, croissant dans les sables humides, ou dans la vase. Les organes foliaires se montraient principalement à l'extrémité des branches, tandis qu'un mélange de racines et de feuilles apparaissait dans les régions moyennes, et ces deux sortes d'organes adhérents faiblement au corps du Stigmaria faciles à désarticuler, avaient besoin de trouver, dans le milieu où ils se développaient, une sorte de soutien, sans lequel ils se seraient affaissés sous leur propre poids. Le tissu lacuneux formé de cellules étoilées, dont on rencontre quelques débris entre le cylindre central et l'assise extérieure de l'écorce (*fig.* 4, *pl.* 20),

l, leur donnait de la légèreté, et leur permettait de se soutenir dans l'eau, à la manière de beaucoup de nos plantes aquatiques.

La vie des Stigmaria s'est bornée, sans doute, pendant longtemps dans la production presque illimitée de ramifications dichotomes. M. Grand'Eury a pu constater dans les environs de Dombrowa (Galicie) que sur une grande étendue de grès houiller, de nombreux stigmaria pénétraient la roche en tous sens sans aboutir à aucune tige. Il est vraisemblable que dans les couches de terrains les plus anciens, là où se rencontrent des *Stigmaria ficoides*, comme à Falkenberg (Calcaire carbonifère), des *St. pusilla*, *areolata* (Dévonien supérieur d'Amérique), des *St. perlata* (Devonien de Saint-John, Irlande), etc., sans trace aucune de tronc de Sigillaire, ce mode de végétation seul a existé; les Sigillaires demeuraient à l'état de rhizomes.

Mais, à un moment donné de leur existence, rarement d'abord dans les premiers temps géologiques, plus fréquemment ensuite, quand les terres furent moins inondées et le milieu extérieur plus favorable, l'extrémité d'une branche de Stigmaria se relevait en bourgeon aérien (1), prenait un rapide accroissement en diamètre, et alors se dressaient ces longues colonnes à surface cannelée ou lisse, recouvertes à leur sommet de feuilles triangulaires, rigides, aiguës ressemblant à des lames de fleuret. Des épis reproducteurs apparaissaient le long de la tige entre les feuilles, tantôt disposés en verticilles successifs (S. elegans), tantôt disposés en spirale continue (S. Brardii). Les graines se détachaient des épis avant la fécondation, emportant les grains de pollen logés dans la chambre pollinique, et lorsque le terrain sur lequel elles tombaient, était convenable, l'achèvement de la fécondation avait lieu, le développement de l'embryon s'effectuait, puis un rhizome (Stigmaria) était la conséquence de la germination.

Quand le rhizome se continuait en sigillaire, cette dernière émettait pour son propre compte des racines (Stigmariopsis) volumineuses dichotomes de forme stigmarioïde sur lesquelles il ne se développait que des appendices radiculaires.

(1) *Voir* le frontispice.

Ces appendices, comme ceux que portaient les rhizomes, plongés dans un milieu constamment humide, n'étant pas destinés à maintenir solidement le végétal dans le sol, n'avaient qu'un développement de *bois secondaire* extrêmement limité, à la manière des racines de nos plantes phanérogames aquatiques, mais suffisant toutefois, pour montrer que de même que les tiges d'où ils provenaient, ils possédaient ce caractère primordial de l'ambranchement des gymnospermes, dont leurs fonctions de racines ne sauraient les dépouiller.

De l'ensemble des recherches auxquelles nous venons de nous livrer, il semble donc que l'étude des *Stigmaria*, ceux du moins que l'on peut rapporter aux Sigillaires (les Stigmaria appartenant aux Lépidodendrons restant à reconnaître et à décrire), loin de rapprocher ces végétaux des Cryptogames vasculaires, les en éloigne au contraire. Leur structure si conforme à celle des tiges, réunit une somme de caractères de végétaux phanérogames en harmonie complète avec le milieu dans lequel ces plantes curieuses aimaient à vivre et vient confirmer pleinement les déductions tirées de l'examen approfondi des tiges et des feuilles.

CONCLUSIONS

Le nombre des genres fossiles, dont nous venons de faire une rapide esquisse, n'est pas très grand, et cependant nous pouvons tirer de leur étude quelques conclusions générales : 1° soit au point de vue stratigraphique ; 2° soit sous celui du climat de notre planète pendant le développement de ces différents genres, que nous avons compris dans 6 familles formant une même classe ; 3° soit enfin, sous le rapport de l'évolution de certains organes importants de la vie végétale. Nous allons énumérer succinctement les enseignements qui ressortent clairement de ces leçons.

1° Au point de vue stratigraphique.

Pour faciliter l'examen de ce côté de la question, nous réunirons dans le tableau suivant les genres principaux dont nous nous sommes occcupés, disposés de façon à ce que l'on puisse saisir d'un coup d'œil le moment de leur apparition et celui de leur extinction.

TABLEAU

T

Indiquant la répartition

de quelques-uns des genres

TERRAINS.	1re FAMILLE.	2e FAMILLE.								
	CYCADITES.	DIOONITES.	ZAMITES.	OTOZAMITES.	PODOZAMITES.	PTEROPHYLLUM.	GLOSSOZAMITES.	SPHENOZAMITES.	BOLBOPODIUM.	CYLINDROPODIUM.
Miocène	»	»	Gorceixianus. Epibius. Tertiarius.	»	»	»	»	»	»	»
Éocène........	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Crétacé supérieur.	»	»	Arcticus.	»	»	»	»	»	»	»
Crétacé inférieur.	Affinis.	»	»	»	Ovatus.	Concinnum.	Obovatus.	»	»	»
			Feneonis.	»	»	»	»	»	»	»
Jurassique supr.	Lorteti.	Brongniartii.	Gigas.	Reglei.	»	»	»	»	»	»
			Moreaui.	Pterophylloides	Angustifolius.	»	»	»	»	»
Jurassique infér.	»	»	»	Decorus.	»	Longifolium. Crassum.	» »	Latifolius. Rossii.	Pictaviense.	Deshayesi.
Lias	»	Turrii.	Approximatus.	»	»	»	»	»	»	»
	Rectangularis.	»	»	Bucklandi. Hennoquei.	Distans.	»	»	»	»	Liasinum.
Trias	»	»	»	»	»	Jægeri. Gracile.	Oblongifolius.	»	»	»
Permien.......	»	Inflexus.	»	»	»	Cottaeanum.	»	»	»	»
Houiller supérieur	»	»	»	»	»	Carbonarium.	»	»	»	»
Houiller moyen..	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Houiller inférieur.	Taxodinus ?	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Dévonien	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»

LEAU

ans les différents terrains,

ii ont été décrits.

2e FAMILLE.		3e FAMILLE.			4e FAMILLE.	5e FAMILLE.		6e FAMILLE.			
ATHRO-ODIUM.	NOEGGERATHIA.	CYCADOXYLON.	MEDULLOSA.	COLPOXYLON.	CORDAÏTES	SIGILLARIOPSIS.	POROXYLON.	SIGILLAIRES LISSES.	SIGILLAIRES CANNELÉES.	DIPLOXYLON.	STIGMARIA.
»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
lophyllum	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
ri.	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
um.	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
»	»	»	»	»	Palmæformis.	»	»	Denudata.	»	»	Ficoides. Ficoides.
»	»	Fremyi.	Stellata.	Aeduense.	Lingulatus.	Decaisnei.	Boyssoti, Edwarsii. Duchartrei.	Spinulosa. Brardii.	»	»	»
		»	»	»	Angulosostriatus.	»	»	Venosa.	Elegans.	Cycadoideum.	»
»	Foliosa.	»	»	»	»	»	»	»	Saullii.	»	Ficoides.
»	»	»	»	»	Polaris. Angustifolius.	»	»	»	Welzii. Undulata.	Stigmarioideum	Ficoides.
»	»	»	»	»	Robbii.	»	»	»	»	»	Areolata. Perlata. Pusilla.

Il est facile de reconnaître, dans le tableau qui précède, que l'ordre botanique que nous avons suivi dans l'étude des différents genres, ordre fondé sur des changements importants dans l'organisation, coïncide d'une manière remarquable avec le classement de ces mêmes genres par rang d'ancienneté. Les variations d'organisation correspondent donc aux variations dans le temps.

Le tableau est incomplet quant aux limites extrêmes de quelques genres, ceux qui ont encore des représentants actuels. Nous avons expliqué ailleurs les motifs qui causent ces lacunes, nous les rappellerons en quelques mots.

Les Cycadites, très anciens, si le C. taxodinus de Gœppert en fait partie, semblent s'arrêter à la partie inférieure du terrain crétacé; ils n'ont pas été signalés dans les terrains crétacés supérieurs, ni dans les terrains tertiaires; mais comme la famille existe encore, en vertu de la deuxième loi que nous avons citée au commencement de ce cours : Si une espèce disparait, c'est pour toujours, et qui est applicable au genre, aussi bien qu'à l'espèce, nous devons penser qu'à un moment donné, on découvrira, dans les Terrains crétacés supérieurs de nos contrées, et dans les Terrains tertiaires des régions voisines des tropiques, des représentants de cette famille continuant la filiation, en apparence interrompue, des Cycadées jurassiques, avec celles de nos jours, reléguées dans les zones tropicales (1).

Mais, telles qu'elles existent actuellement, les espèces de cette famille sont caractéristiques de certaines Formations; ainsi, pour n'en citer qu'un exemple, le *C. rectangularis*, l'une des plus communes, n'a jamais été rencontré en dehors des couches de l'Infralias et du Rhétien.

La deuxième famille, bien plus riche en représentants, commence de bonne heure par le *Ptérophyllum carbonarium*, dans le terrain houiller supérieur, et se continue à travers les étages, presque jusqu'à notre époque, par des espèces des *Zamites*, qui diffèrent à peine des *Encephalartos* africains actuels. On doit s'attendre à voir se

(1) Les *Cycadites confertus*, Morris, *C. Rajmahalensis*, Oldh., trouvés dans les Formations oolithiques du Bengale diffèrent peu, déjà, de certains cycas actuels.

combler, peu à peu, la petite lacune qui sépare les dernières Zamiées de Provence et de Grèce de celles qui vivent encore.

Certaines espèces, des nombreux genres, qui composent cette famille, sont nettement localisées ; le *Z. feneonis* caractérise l'Oolithe supérieure, le *Z. approximatus* le Lias.

Les Otozamites, malgré leur abondance, sont limités au Lias et aux Terrains jurassiques, où beaucoup d'entre eux sont caractéristiques de subdivisions d'étage; c'est ainsi que les Otozamites Bucklandi, Hennoquei n'ont été rencontrés jusqu'ici que dans l'Infralias.

Le *Podozamites distans* ne se trouve répandu que dans l'Infralias, et le *P. ovatus* dans le Crétacé inférieur, où le genre s'éteint.

Les *Sphenozamites*, assez peu nombreux en espèces, faciles à distinguer, restent cantonnés à la partie supérieure des Terrains jurassiques. C'est également dans ces derniers que se trouvent réunies les différentes tiges de Cycadées que nous avons mentionnées.

Le genre *Nœggerathia*, qui très probablement ne fait pas partie de la famille des *Zamiées* et devra être réuni plus tard à quelque Poroxylée du terrain houiller, mais que nous avons conservé provisoirement dans la famille à cause de son mode de nervation, n'a été rencontré jusqu'à présent que dans le Terrain houiller moyen,

Les trois genres de la famille suivante n'ont été signalés que dans le Terrain supra-houiller d'Autun, de Chemnitz, Kohren (Silésie) et du val d'Ajol (Vosges).

Les Cordaïtes ont débuté de très bonne heure (Dévonien supérieur) par les *C. Robbii*, *C. angustifolia ;* ils ne renfermaient alors qu'un petit nombre d'espèces à feuilles peu développées, courtes, étroites; plus tard, ils ont pris plus d'extension en taille et en nombre, et sont devenus prépondérants vers le milieu du Terrain houiller supérieur, à un point tel qu'ils forment à eux seuls un caractère d'étage : ce sont les *C. tenuistriatus, angulosostriatus, lingulatus*, *principalis*, *borassifolius*, *foliolatus*, *quadratus*, etc., qui les représentent largement; à partir de ce moment, ils se continuent, mais en perdant peu à peu de leur importance, jusque dans le Terrain permien.

Comme nous l'avons déjà fait remarquer, la famille des Sigillaires doit être divisée en deux sous-familles, dont l'une contient les troncs à écorce lisse, l'autre, ceux qui offrent une surface cannelée. On signale la présence de la deuxième dans le Terrain houiller inférieur. Comme exemple, nous pouvons citer le *S. undulata*, de la Grauwache supérieur de la Silésie, et le *S. Woltzii* du Terrain anthracifère de Zundsweiher (grand-duché de Bade); elle a son maximum de développement dans le Terrain houiller moyen, et s'arrête presque complètement à la base du Terrain houiller supérieur.

La première sous-famille plus récente dans son apparition, ne se montre qu'à la base du Terrain houiller supérieur, représentée par les *Sigillaria venosa, lepidendrifolia, Grasiana, Brardii*, etc., traverse les différentes couches de ce terrain, et se termine au milieu de la Période permienne, par quelques rares représentants, tels que le *Sigillaria Ottonis, Brardii, denudata.*

Quant aux Stigmaria, ce que nous avons dit précédemment explique facilement qu'on ne puisse tirer parti de leur présence pour caractériser aucune des couches où on les rencontre.

La forme qu'ils affectent peut appartenir soit à des Sigillaires, soit à des Lépidodendrons; de plus, le nombre des espèces reconnues jusqu'à présent étant extrêmement limité, il en résulte qu'un grand nombre de Sigillaires et de Lépidodendrons ont eu pour rhizome ou pour racine, des Stigmaria, que les cicatrices si peu variées de la surface ne permettent pas de distinguer.

Ils précèdent les Sigillaires dans leur apparition, puisqu'ils se montrent dès le Terrain dévonien supérieur, mais sous des formes petites, grêles, bien inférieures au Stigmaria ficoides, par la dimension de leur tige et de leurs cicatrices. Les plus anciens Stigmaria sont les *St. exigua* d'Elmire, *St. Pusilla* de Perry, *St. perlata* de Saint-John, *St. areolata*, *St. minutissima* de Gaspé, trouvées dans les Formations dévoniennes du Canada.

2. Au point de vue du climat.

Les Cycadées actuelles s'écartent peu, nous le savons, des régions tropicales, cependant en Australie, elles s'avancent jusqu'au 38° de latitude.

Toutefois elles se plaisent de préférence dans les îles, dont la température reste élevée et uniforme; quand elles habitent l'intérieur, c'est dans les plaines humides, souvent à l'abri d'autres végétaux qui favorisent la germination de leurs graines et le développement si lent de la jeune plante.

La température moyenne qui semble leur convenir le mieux est de 20 à 22°, avec des écarts peu étendus entre les extrêmes.

Les analogies de structure que nous avons constatées, dans les feuilles, les pétioles et les troncs d'un grand nombre de Cycadées fossiles (pétioles et troncs silicifiés des terrains jurassiques), et les mêmes organes pris dans les Cycadées vivantes, autorisent à admettre que les premières ont eu le même mode d'existence que les secondes, et légitiment les déductions qu'on en peut tirer sur le climat des contrées où l'on trouve ces dernières.

Si à l'Epoque miocène, des Zamiées, assez voisines des Zamiées actuelles, pour qu'on ait pu les identifier à des Encéphalartos africains, vivaient en Grèce, si d'autres espèces se trouvaient également répandues en Provence et y fructifiaient, il ressort clairement que ces contrées jouissaient lors de la formation des dépôts qui nous ont conservé leur débris, d'un climat comparable à celui des régions tropicales où l'on rencontre leurs analogues vivantes.

Avec autant de raison, on pourra conclure avec Heer, que lorsque se formaient les couches supérieures de la Craie au Groendland, au Spitzberg, la zone des températures élevées s'étendant jusque dans ces hautes latitudes, permettait aux Cycadées d'y vivre à l'aise et en assez grande abondance, pour que leur existence même après tant de siècles ne puisse être contestée. Mais c'est surtout aux Epoques jurassiques et liasiques que l'abondance des genres et des espèces de ces végétaux, nous apprend que par toute la terre le climat leur était favorable, parconséquent chaud et humide; cependant cette humidité dans beaucoup de cas n'était pas excessive, la nature de certaines plantes qui se trouvent associées aux restes des Cycadées montre d'après M. de Saporta, que les uns comme le *Podozamites distans*, le *Pterophyllum Jaegeri* habitaient des contrées humides, que d'autres au contraire tels que le *Zamites Moreani*, l'*Otozamites*

decorus, les *Sphenozamites latifolius* préféraient un milieu plus sec et un terrain plus accidenté.

Malgré les conditions évidemment favorables à leur grande extension, le feuillage des Cycadées jurassiques sinon leurs troncs, se montrent dans une infériorité relative frappante, si on le met en regard de celui des Cycadées vivantes. Jusqu'ici il n'a pas été rencontré de frondes comparables en étendue, avec celles de nos Encephalartos, Macrozamia, etc.

Les *Cycadites* suivent dans le développement de leur feuillage une marche progressive continue. Le *Cycadites taxodinus* nous montre des pinnules à peine longues de 1 centimètre, celles des *Cycadites rectangularis* atteignent 6 à 7 centimètres et les folioles des *Cycadites Lorteti* mesurent près de 1 décimètre, longueur inférieure toutefois à la moyenne des pinnules de nos Cycas.

Le *Zamites gigas*, malgré son nom et le diamètre de l'extrémité de sa tige comparable à celle de nos Zamiées arborescentes, a des frondes moins développées que celles du *Z. Gorceixianus*, et surtout des *Encephalartos* vivants. Dans le cas des genres qui se sont éteints, mais qui ont eu une vie assez longue, il est facile de voir que les frondes après avoir eu une période de croissance dans une série d'espèces consécutives, ont été peu à peu en déclinant.

Les *Pterophyllum* houillers ont des frondes et des pinnules moins étendues que celles des Pt. permiens. le *Pt. Cottaeanum*, nous montre des pinnules larges de 13 millimètres et longues de plus de 1 décimètre.

Les *Pt. Jaegeri, crassum*, ceux qui ont atteint les plus grandes dimensions dans le Trias et l'Oolithe, ne mesurent plus que 4 et 6 centimètres de longueur, et le *Pt. concinnum* de la Craie inférieure nous offre des folioles, longues seulement de 18 à 20 millimètres et larges de 2 à 3 millimètres.

Les Cordaïtes présentent le même phénomène, à leur apparition dans le Dévonien supérieur. Les feuilles de *C. Robbii, Angustifolius*, n'ont que quelques décimètres au plus de longueur, tandis que, à la base du Terrain houiller supérieur, elles atteignent 1 mètre dans le

C. Angulosostriatus et *principalis*. Elles vont ensuite en diminuant dans les Cordaïtes permiens.

Que ces variations dans l'étendue de la surface ou s'effectue l'élaboration des matières nutritives dans les plantes, soient dues à l'influence du climat, ou qu'elles soient la conséquence d'une loi organique primordiale, qui veut que les familles, les genres, les espèces, de même que les individus, soient condamnés après avoir eu un maximum, à décliner plus ou moins rapidement et à disparaître ; toujours est-il important de faire ressortir ces variations dans des genres que l'on peut suivre pendant une portion assez grande de la vie de notre globe.

Nous avons été amenés, par l'étude microscopique des bois des Cycadées, fossiles, ainsi que par celle des bois de Cordaïtes, et surtout de Sigillaires à reconnaître, que leur production s'était faite avec une grande régularité, à peine dans les troncs de Cordaïtes avons nous signalé, quelques légères différences dans le diamètre des trachéides disposées par cercles concentriques, ces différences ne peuvent provenir eu égard à leur peu d'importance, que des perturbations locales, plus sensibles pour les Cordaïtes croissants sur de petites collines ou dans des plaines non submergées, que pour les Sigillaires qui poussaient le pied dans l'eau ou dans le sable constamment humide. Il est absolument impossible dans le bois des Sigillaires intact, de trouver la moindre variation dans le diamètre des trachéides qui constituent le cylindre exogène, ni la moindre apparence de zones concentriques.

Cette homogénéité trouve une explication naturelle dans l'absence de rameaux, dans la disposition parfaitement régulière des feuilles autour de la tige et surtout dans un climat toujours uniforme qui régnait sur les îles basses et les rivages inondés, autour desquels ces plantes se développaient en grand nombre, grâce à leurs rhizomes qui en garnissaient les bords.

3. Sous le rapport de l'évolution de certains organes.

A plusieurs reprises, nous avons rappelé que le cordon foliaire des pétioles et des pinnules des Cycadées, était formé de deux parties ligneuses, à accroissement inverse l'un de l'autre, l'une se pré-

sentant sans ordre et centripète, l'autre disposée en séries rayonnantes et centrifuges. Ce caractère, auquel nous avons attribué une certaine importance, nous a servi à établir la classe des Diploxylées, renfermant ceux des *Gymnospermes*, qui offraient d'une manière *régulière* et *constante* ce double cordon.

La marche descendante que nous avons suivie, nous a fait voir que dans ses traits principaux, la structure interne des Cycadées et des Zamiées restait sensiblement la même dans toute la série des Terrains, et que ces différences génériques étaient tirées seulement des caractères extérieurs, portant, tantôt sur les frondes et leurs pinnules, tantôt sur la disposition des cicatrices conservées sur la tige.

Les *Cycadoxylées* et les *Cordaïtées* ne présentent rien, quant à l'organisation de leur bois, qui les éloigne beaucoup des Cycadées proprement dites. Les cordons vasculaires sont doubles seulement dans les feuilles.

Mais il n'en est plus de même dans les deux autres familles, les *Poroxylées* et les *Sigillaires*, le faisceau vasculaire est double, tout à la fois, dans les feuilles et leurs pétioles et dans la tige. Dans le *Poroxylon Duchartrei*, le *Diploxylon cycadoideum*, le *Sigillaria vascularis*, le bois centripète prend même un accroissement et une importance considérable, comparativement au bois centrifuge extérieur.

Nous savons que les Diploxylons apparaissent depuis le terrain houiller inférieur; c'est probablement cette forme de tige qui a appartenu aux Sigillaires les plus anciennes.

Cette structure a fait place insensiblement à celle que nous avons rencontrée dans les Sigillaires plus récentes à écorce lisse, dans lesquelles, comme chez quelques *Poroxylées*, le bois centripète ne forme plus un cylindre continu, mais est disposé en faisceaux isolés.

A partir des terrains secondaires, le faisceau vasculaire cesse d'être double dans les tiges que nous avons étudiées, mais continue de l'être dans leurs pétioles et leurs feuilles.

Si l'on veut voir un caractère cryptogamique dans la présence du

bois centripète associé au bois centrifuge, la classe des Diploxylées se dépouillerait peu à peu de ce caractère en traversant les âges.

Lorsqu'il a été question des graines de Cordaïtes, nous avons insisté sur la présence constante d'une cavité ou chambre pollinique, creusée à la partie du nucelle, bien avant l'apparition du sac embryonnaire. Les *Trigonocarpus*, les *Polygonocarpus* (graines attribuées aux Sigillaires), possèdent une chambre pollinique encore plus développée que celle des Cordaïtes. Nous avons fait remarquer que les grains de pollen, dont l'intine commençait à se diviser avant même qu'ils ne fussent sortis de l'anthère, pénétraient de très bonne heure dans la chambre pollinique, que là, ils continuaient à se développer, et que, pendant ce temps, le sac apparaissait, puis, plus tard, les corpuscules.

Les graines silicifiées, appartenant aux Cordaïtes, se sont toujours montrées, jusqu'à présent du moins, arrêtées à ce point de leur développement. Je n'ai pas encore rencontré d'embryon dans leur intérieur, quoique la production et la conservation de ce dernier ne soit pas impossible, puisque je l'ai trouvé dans des graines voisines des *Stephanospermum*.

J'ai rapproché cette observation de celle de M. Warming, qui a constaté que les graines de Ceratozamia, au moment où elles étaient mûres, ne possédaient que le tube proembryonnaire ; l'embryon se développe dans leur intérieur seulement après leur ensemencement, et n'apparait au dehors qu'au bout de six à neuf mois.

Pour les graines silicifiées, il y aurait un pas en arrière, puisque, si la pétrification nous les a conservées telles, qu'elles sont tombées dans le liquide minéralisateur en se détachant de l'arbre, le tube proembryonnaire ne serait pas encore formé, ni même les oosphères fécondées.

Le mécanisme de la fécondation montrerait un frappant parallélisme avec celui de certaines Cryptogames vasculaires hétérosporées. On sait que chez ces plantes, les macrospores et les microspores développent des prothalles séparés, et qu'une goutte d'eau venant à réunir les prothalles mâles et femelles, les *Anthérozoïdes* peuvent féconder les *Oosphères*.

Dans les graines silicifiées au moment où elles se détachaient, si les oosphères n'étaient pas fécondées, étant admise la nécessité d'un tube pollinique, elles devaient emporter avec elles une certaine quantité de pollen, celui-ci, après l'ensemencement de la graine, continuait à se développer dans la chambre pollinique (dont la présence, comme on le voit, devient indispensable), les oosphères étaient fécondées, et l'embryon apparaissait au dehors au bout d'un temps plus ou moins long.

Il y a eu des stades intermédiaires, entre ce mécanisme probable de la fécondation chez certaines plantes houillères, et celui des Cycadées actuelles, le *Ceratozamia* nous offre l'exemple encore vivant de l'un d'eux.

La chambre pollinique, reconnue avec un développement inégal dans les Gnétacées et les différents genres de Conifères actuels, n'est vraisemblablement qu'un reste d'organe presque inutile maintenant, mais ayant eu un rôle important à une époque reculée; sa présence démontre d'une façon nouvelle l'ancienneté de ces deux familles, et, de même que pour les *Diploxylées*, un parallélisme momentané avec les Cryptogames vasculaires supérieurs.

FIN DE LA PREMIÈRE PARTIE.

TABLE DES MATIÈRES

NOTIONS PRÉLIMINAIRES.

Pages.

Objet de la Botanique fossile.. 1
Loi de concordance des espèces.. 7
Loi de l'extinction des espèces.. 8
Différents modes de conservation des plantes fossiles.. 13
A l'état de lignites et de houille.. 14
A l'état d'empreintes.. 16
Fossilisation par incrustation.. 18
Fossilisation par pénétration et moulage interne des tissus.. 19
Récolte et préparation des échantillons.. 28

CHAPITRE Ier.

Organisation générale des *Cycadées*.. 33

CHAPITRE II.

Classification des *Diploxylées*.. 42 43
Première famille. Cycadées, *Cycadites*.. 44

CHAPITRE III.

2e famille. Zamiées.. 49
Pétioles et écailles gemmaires.. 50
Frondes.. 51
Inflorescences.. 56

CHAPITRE IV.

Otozmaites.. 59
Podozamites.. 61
Stenorhachis.. 61
Pterophyllum.. 62
Glossozamites, Ptylophyllum.. 63
Sphenozamites, Nœggerathia.. 65

CHAPITRE V.

Pages.
Tiges de cycadées fossiles 66
Bolbopodium, Cylindropodium 67
Platylepis 68
Clathropodium 69
Fittonia 71

CHAPITRE VI.

3e famille. Cycadoxylées 73
Cycadoxylon 74
Medullosa 75
Colpoxylon 77

CHAPITRE VII.

4e famille. Cordaïtées 81
Moelle, bois 83
Écorce 85
Racines 87

CHAPITRE VIII.

Cordaïtes, feuilles 88

CHAPITRE IX.

Inflorescences 94
Fleurs mâles, pollen 95
Fleurs femelles 97

CHAPITRE X.

Graines des Cordaïtes 100
Affinités botaniques des Cordaïtes 111

CHAPITRE XI.

5e famille. Poroxylées 116
Sigillariopsis 116
Poroxylon Boysseti 117
Poroxylon Edwarsii 121
Poroxylon Duchartrei 123

CHAPITRE XII.

Pages.
6e famille. Sigillariées. 125
Classification des genres de Sigillaires.... 129
Genre *Clathraria*.... 129
Genre *Leiodermaria*.... 130
Genre *Favularia*.... 132
Genre *Rhytidolepis*.... 133
Genre *Polleriana*.... 134
Épis de sigillaires.... 137

CHAPITRE XIII.

Structure anatomique des sigillaires.... 138
Bois.... 139 143
Écorce.... 141 144
Feuilles.... 145
Diploxylon.... 145
Sigillaria vascularis.... 147
Affinités botaniques des sigillaires.... 149 164
Stigmariées.... 152
Structure anatomique des *Stigmaria*.... 155
Mode de croissance des sigillaires.... 162

CONCLUSIONS GÉNÉRALES.

Au point de vue stratigraphique.... 165
Au point de vue du climat à différentes époques géologiques.... 171
Au point de vue de l'évolution organique végétale.... 173

TABLE

DES ESPÈCES ET DES GENRES CITÉS OU DÉCRITS

Anabathra pulcherrima, Witham, p. 146, fig. 12, pl. 18 ; fig. 2, pl. 19.

ANDROSTROBUS, Schimper, p. 46.
Androstrobus Balduini, Sap., p. 46, fig. 5, pl. 4.

BEANIA CARRUTHERS, p. 57.
Beania gracilis, Carruth, p. 58, fig. 5, pl. 6.

BOLBOPODIUM, Sap., p. 66.
Bolbopodium pictaviense, Sap., p. 67, fig. 1, pl. 8.
Ceratozamia mexicana, p. 36, 39, 101, 176, fig. 7, 8, pl. 3.

CLATHROPODIUM, Sap., p. 69.
Clathropodium foratum, Sap., p. 71, fig. 1, pl. 10.
Clathropodium macrophyllum (Buckland), Sap , p. 69, fig. 5, pl. 8.
Clathropodium Trigeri, Sap., fig. 1, pl. 9.

COLPOXYLON, Brongt, p. 77
Colpoxylon æduense, Brongt, p. 77, fig. 8, pl. 11.

CORDAIANTHUS, GRAND'EURYI, B. R., p. 98, fig. 5, 6, pl. 14.
Cordaianthus Lindleyi, Carruth, p. 95, fig. 9, pl. 13.
Cordaianthus Penjoni B. R., p. 95, fig. 1, 2, 3, pl. 14.
Cordaianthus pitcairniæ (L. et H.), Goldenberg, p. 94, fig. 7, pl. 13.
Cordaianthus Saportanus, B. R., p. 95, fig. 4, pl. 14.
Cordaianthus Williamsoni, B. R., p. 97, fig. 1, 2, pl. 15.
Cordaianthus Zeilleri, B. R, p. 99, fig. 3, pl. 15.

CORDAÏSPERMÉES, Brongt, p. 102.
Cordaispermum Augustodunense, Brongt, p. 105, fig. 11, pl. 15.
Cordaispermum cornutum, Dawson, p. 103, fig. 9, pl. 14.
Cordaispermum drupaceum. Brongt, p. 103, fig. 4 à 10, pl. 15.
Cordaispermum Gutbieri, Geinitz, p. 103, fig. 7, pl. 14.
Cordaispermum Lindleyi, Carruth. p. 103, fig. 8, pl. 14.



TABLE

DES ESPÈCES ET DES GENRES CITÉS OU DÉCRITS

Anabathra pulcherrima, Witham, p. 146, fig. 12, pl. 18 ; fig. 2, pl. 19.

ANDROSTROBUS, Schimper, p. 46.
Androstrobus Balduini, Sap., p. 46, fig. 5, pl. 4.

BEANIA CARRUTHERS, p. 57.
Beania gracilis, Carruth, p. 58, fig. 5, pl. 6.

BOLBOPODIUM, Sap., p. 66.
Bolbopodium pictaviense, Sap., p. 67, fig. 1, pl. 8.
Ceratozamia mexicana, p. 36, 39, 101, 176, fig. 7, 8, pl. 3.

CLATHROPODIUM, Sap., p. 69.
Clathropodium foratum, Sap., p. 71, fig. 1, pl. 10.
Clathropodium macrophyllum (Buckland), Sap , p. 69, fig. 5, pl. 8.
Clathropodium Trigeri, Sap., fig. 1, pl. 9.

COLPOXYLON, Brongt, p. 77
Colpoxylon æduense, Brongt, p. 77, fig. 8, pl. 11.

CORDAIANTHUS, GRAND'EURYI, B. R., p. 98, fig. 5, 6, pl. 14.
Cordaianthus Lindleyi, Carruth, p. 93, fig. 9, pl. 13.
Cordaianthus Penjoni B. R., p. 95, fig. 1, 2, 3, pl. 14.
Cordaianthus pitcairniæ (L. et H.), Goldenberg, p. 94, fig. 7, pl. 13.
Cordaianthus Saportanus, B. R., p. 95, fig. 4, pl. 14.
Cordaianthus Williamsoni, B. R., p. 97, fig. 1, 2, pl. 15.
Cordaianthus Zeilleri, B. R, p. 99, fig. 3, pl. 15.

CORDAÏSPERMÉES, Brongt, p. 102.
Cordaispermum Augustodunense, Brongt, p. 105, fig. 11, pl. 15.
Cordaispermum cornutum, Dawson, p. 103, fig. 9, pl. 14.
Cordaispermum drupaceum. Brongt, p. 103, fig. 4 à 10, pl. 15.
Cordaispermum Gutbieri, Geinitz, p. 103, fig. 7, pl. 14.
Cordaispermum Lindleyi, Carruth. p. 103, fig. 8, pl. 14.

CORDAÏTÉES, Gr. p. 43, 81.
Cordaites, p. 81, moelle, p. 83, fig. 12, pl. 12; fig. 1, pl. 13. Bois, p. 83, fig. 11, pl. 12; fig. 1, pl. 13. — Ecorce, p. 85. fig. 11, pl. 12; fig. 4, pl. 13. — Racines, p. 87, fig. 5 et 6, pl. 13. — Feuilles, p. 88, fig. 1, pl. 12. — Affinités botaniques des Cordaïtes, p. 111.
Cordaites Angulosostriatus, Gr. B. R., p. 90, fig. 3, pl. 12.
Cordaites angustifolia, Dawson, 167, 172.
Cordaites crassus, B. R., p. 92, fig. 7, pl. 12.
Cordaites lingulatus, Gr., p. 91, fig. 5, pl. 12.
Cordaites principalis, Germar, p. 91, fig. 6, pl. 12.
Cordaites rhombinervis, Gr., p. 91, fig. 4, pl. 12.
Cordaites tenuistriatus, Gr., p. 90, fig. 2, pl. 12.
Cordaites Robbii, p. 167, 172.

CYCADÉES, p. 33, 43, 44.

CYCADITES, Brongt., p. 44.
Cycadites Lorteti, Sap., p. 45, fig. 1, pl. 4.
Cycadites rectangularis, Brauns, p. 45, fig. 2, pl. 4.
Cycadites taxodinus, Goeppert, p. 46, fig. 3 et 4, pl. 4.

CYCADOLEPIS, Sap., p. 50.
Cycadolepis hirta, Sap., p. 51., fig. 11 et 12, pl. 4.

CYCADORACHIS, Sap., p. 50.
Cycadorachis abscissa, Sap., fig. 10, pl. 4.

CYCADOSPADIX, Schimper, p. 47.
Cycadospadix Hennoquei (Schimper), Sap., p. 47, fig. 6 et 8, pl. 4.
Cycadospadix Moracanus (Schimper), Sap., p. 47, fig. 7, pl. 4.
Cycadospermum Hettangense (Schimper), Sap., p. 48, fig. 9, pl. 4.
Cycadospernum Schlumbergeri, Sap., p. 57, fig. 6, pl. 6.

GYCADOXYLÉES, B. R., p. 43, 73.
Cycadoxylon Fremyi, B. R., p. 74, fig. 1, 3, 4, 5, pl. 11.
Cycas circinalis, fig. 4, pl. 1.
C. revoluta, fig. 1, pl. 2.
C. ruminiana, fig. 3, pl. 3.
C. Rumphii, fig. 6, pl. 3.

CYLINDROPODIUM, Sap., p. 67.
Cylindropodium Deshayesi, Sap., fig. 2, pl. 8.
Cylindropodium liasinum, Sap., fig. 3, pl. 8.
Dictyoxylon, Brongt., p. 142.

DIOONITES, BORNEMANN, p. 51.
Dioonites Brongniarti, Schenck, p. 51, fig. 13 et 14, pl. 4.

DIPLOTESTA, Gr., p. 106.
Diplotesta, Grand'Euryi, Brongt., p. 106.
Diplotesta avellana, Brongt., p. 106, fig. 12, 13, pl. 15.

DIPLOXYLÉES, B. R., p. 43.
Diploxylon cycadoideum, Corda, p. 145.
Encephalartos Altenstenii, fig. 7 et 8, pl. 1.
Encephalartos Gorceixianus, Sap., fig. 1, pl. 5.
Encephalartos horridus, fig. 4, pl. 3.

FITTONIA, Sap., p. 71.
Fittonia Brongniarti, (Morière), Sap., p. 72, fig. 7, pl. 9.
Fittonia insignis, Sap., p. 71, fig. 2, pl. 10.
Ginkgophyllum flabellatum (L. et H.), Sap., p. 65, fig. 5, pl. 7.

GLOSSOZAMITES, Schimper, p. 62.
Glossozamites obovatus (Schenck), Schimper, p. 62, fig. 1, pl. 7.

LEPTOCARYON, Brongt., p. 108.
Leptocaryon, avellanum Brongt., p. 108.
Leptocaryon orbiculare, Brongt., p. 108.
Medullosa stellata, Cotta, p. 76, fig. 6, pl. 11.

NILLSSONIA, Brongt., p. 55.
Nillssonia brevis, p. 55, fig. 7, pl. 5.

NOEGGERATHIA, Sternberg, p. 64.
Noeggerathia foliosa, Sternb., p. 65, fig. 6, pl. 7.

OTOZAMITES, F. Braun., p. 59, fig. 7, pl. 6.
Otozamites Bucklandi, Brongt., p. 59.
Otozamites decorus, Sap., p. 60, fig. 8, pl. 6.
Otozamites Hennoquei, Sap., p. 60.
Otozamites pterophylloides, Brongt., p. 60.
Otozamites Reglei, Sap., p. 60.

PLATYLEPIS, Sap., p. 68.
Platylepis micromyela (Morière), Sap., p. 68, fig. 4, pl. 8.

PODOZAMITES, F. Braun., p. 61.
Podozamites distans, Presl., p. 61, fig. 9, 10, pl. 6.
Podozamites ovatus, Schenck, p. 61.

POROXYLÉES, B. R., p. 43, 116.
Poroxylon Boysseti, B. R., p. 119, fig. 1 à 5, pl. 16.
Poroxylon Duchartrei, B. R., p. 123, fig. 7 pl. 16.
Poroxylon Edwardsii, B. R., p. 121, fig. 6, pl. 16.

PTEROPHYLLUM, Brongt., p. 62.
Pterophyllum concinnum, Heer., p. 62, fig. 14, pl. 6.
Pterophyllum Jaegeri, Brongt., p. 62, fig. 13, pl. 6.

PSYGMOPHYLLUM, Schimper, p. 65.

PTYLOPHYLLUM, Morris, p. 63.
Ptylophyllum Cutchense, Morris, p. 64, fig. 2, pl. 7.

RHABDOCARPUS, Goep. et Berger, p. 110.
Rhabdocarpus conicus, Brongt., p. 111, fig. 14, pl. 15.
Rhabdocarpus tunicatus, Goep. et Berger, p. 110.

SIGILLARIÉES, p. 43, 125, 127.
Sigillaires, structure anatomique, p. 138; bois, p. 139, 143.

Écorce, p. 141, fig. 1, 2, 5, 6, pl. 18; p. 144, fig. 10, pl. 18; mode de végétation. p. 162; classification, p. 159.

SIGILLARIA CLATHRARIA, Brongt., p. 129.
S. Brardii, Brongt., p. 129, fig. 1, pl. 17.
S. Serlii, Brongt., p. 130.

SIGILLARIA LEIODERMARIA, Goldenberg, p. 130.
S. lepidodendrifolia, Brongt., p. 131.
S. rhomboidea, Brongt., p. 131.
S. spinulosa, Germar, p. 130, 138, fig. 2, pl. 17; fig. 1, 2, 3, 5, 6, pl. 18.

SIGILLARIA FAVULARIA, Brongt., p. 132.
S. elegans, Brongt., p. 132, fig. 4, 4 *bis*, pl. 17; fig. 8, 9, 10, pl. 18.
S. tessellata, Brongt., p. 132, fig. 3, pl. 17.

SIGILLARIA RHYTIDOLEPIS, Corda, p. 134, fig. 7, pl. 17.
S. Cortei, Brongt., p. 133, fig. 6, pl. 17.
S. microstigma, Brongt., p. 132, 136, fig. 3, pl. 17.
S reniformis, Brongt., p. 136, fig. 4, pl. 19.
S. Saullii, Brongt., p. 133, fig. 5, pl. 17.

SIGILLARIA POLLERIANA, Brongt., p. 134.
S. canaliculata, Brongt., p. 135, fig. 8, pl. 17.
S. Deutschiana, Brongt., p. 143.
Sigillaria vascularis, Binney., p. 147, fig. 13, pl. 18; fig. 1, pl. 19.

SIGILLARIOPSIS, B. R., p. 117.
Sigillariopsis Decaisnei, B. R., p. 117.

SIGILLARIOSTROBUS, SCHIMPER, p. 137, fig. 9, pl. 17.
Sigillariostrobus mirandus, Gr., p. 137.

SPHENOZAMITES, Brongt., p. 64.
Sphenozamites latifolius (Brongt.), Sap., p. 64, fig. 4, pl. 7.
Sphenozamites Rossii, Zigno, p. 64, fig. 3, pl. 7.
Stangeria paradoxa, p. 44.

STENORHACHIS, Nathorst., p. 61.
Stenorhachis Ponceleti, (Nath.), Sap., p. 62, fig. 11, 12, pl. 6.

STIGMARIÉES, p. 152.
Stigmaria, structure anatomique, p. 155, fig. 1 à 10, pl. 20.
Stigmaria Augustodunensis, B. R., p. 160, fig. 5 à 10, pl. 20.
Stigmaria ficoides, Brongt., p. 153, fig. 6 et 7, pl. 19.
Stigmaria stellata, Goepp., p. 155.
Stigmaria undulata, Goepp., p. 155, fig. 8, pl. 19.
Stigmaria, areolata, exigua, minutissima, perlata, pusilla, Dawson, p. 170.

STIGMARIOPSIS, Gr., p. 163.

SYRINGODENDRON, Sternberg., 135, fig. 10, pl. 17; fig. 2, 3, 4, 5, pl. 19.
Syringodendron alternans, L. et H., p. 135, fig. 3, 3 *bis*, pl. 19.

TAXOSPERMUM, Brongt., p. 109.
Taxospermum Grüneri, Brongt., p. 109.

ZAMIÉES, p. 43, 49.
Zamia farinosa, Corda, fig. 6, pl. 1.
Zamia integrifolia, fig. 5, 12, pl. 1.
Zamia muricata, Karsten, fig. 9, 10, 11, pl. 1.

ZAMIOSTROBUS, Schimper, p. 156.
Zamiostrobus crassus, L. et H., p. 56, fig. 3, pl. 6.
Zamiostrobus gibbus (Reuss.), Schimper., p. 56, fig. 3, pl. 6.

Zamiostrobus index, Sap., p. 57, fig. 4, pl. 6.
Zamiostrobus Saportanus, Schimper, p. 56, fig. 1, pl. 6.

ZAMITES, Brongt., p. 52.
Zamites arcticus, Goeppert., fig. 3, pl. 5.
Zamites epibius, Sap., p. 53, fig. 2, pl. 5.
Zamites Feneonis, Brongt., p. 54, fig. 4, pl. 5.
Zamites gigas, Morris, p. 54.
Zamites Gorceixianus, Sap., fig. 1, pl. 5.
Zamites Moreaui, Brongt.. Sap., 54, fig. 6, pl. 5.



TABLE DES PLANCHES

PLANCHE A. — Outils divers servant à la préparation des échantillons.
PLANCHE 1. — Cycadées vivantes. (Organes divers.)
— 2. — Cycadées vivantes. (Détails anatomiques.)
— 3. — Cycadées vivantes. (Détails anatomiques.)
— 4. — Cycadées fossiles.
— 5. — Zamiées fossiles.
— 6. — Zamiées fossiles.
— 7. — Zamiées fossiles.
— 8. — Troncs de Cycadées fossiles.
— 9. — Troncs de Cycadées fossiles.
— 10. — Troncs de Cycadées fossiles.
— 11. — Cycadoxylées. (Structure anatomique.)
— 12. — Cordaïtes. (Structure anatomique des feuilles.)
— 13. — Cordaïtes. (Bois, racines et inflorescences.)
— 14. — Cordaïtes. (Inflorescences.)
— 15. — Cordaïtes. (Graines.)
— 16. — Poroxylées. (Structure anatomique.)
— 17. — Sigillariées. (Écorces.)
— 18. — Sigillariées. (Détails anatomiques.)
— 19. — Sigillariées. (Stigmaria.)
— 20. — Stigmaria. (Détails anatomiques.)

Paris. — Soc. d'impr. P. DUPONT, 41, rue J.-J.-Rousseau. (Cl.) 138. 11.80.



PLANCHE A.

Fig. 1. — A, Bâtis en bois supportant les organes de la machine destinée aux sciages.

au. Auge fixée sur le plateau de fer *r* et dans laquelle se trouve de la boue d'émeri.

r'. Rails sur lesquels glisse le plateau *r* et par conséquent l'auge *au*.

d. Disque mis en mouvement par la manivelle M au moyen de la corde *c*.

p. Poulie servant de tendeur à la corde *c*.

s. Glissière qui permet de déplacer la poulie *p*.

b. Levier croisé communiquant un mouvement de rotation au gâteau de cire *g*.

g. Gâteau de cire sur lequel on fixe l'échantillon.

e. Echantillon qui doit être scié et qui est amené en contact permanent avec le disque *d*, grâce au chariot *au*, lequel est sollicité à se mouvoir sur les rails par le poids *l*.

t. Poulie sur laquelle passe une corde fixée d'une part au chariot, de l'autre au poids *l*.

M. Manivelle mue à la main et donnant le mouvement au disque *d*.

Fig. 2. — Détails de la machine vus par le côté opposé à la face précédente.

au. Auge ou se trouve l'émeri, mobile sur les rails *r'*.

h. Lame de fer munie d'une rainure dans laquelle peut s'engager, l'extrémité inférieure de l'ensemble des pièces, sur lesquelles on fixe l'échantillon à scier.

o. Écrou permettant de fixer solidement cet ensemble, sur la lame qui est solidaire de l'auge *au* par conséquent mobile avec elle.

d. Disque recevant le mouvement de la manivelle au moyen de la corde *c*.

t. Poulie sur laquelle passe la corde à laquelle est fixé le poids *l*.

l. Poids destiné à entraîner le chariot, et par suite à amener l'échantillon en contact avec la circonférence du disque *d*.

v. Volant porté par l'axe horizontal de la manivelle, et qui n'a pas été figuré dans le dessin précédent.

Fig. 3. — Tour à user les préparations, ou à polir la surface des échantillons.

A. Bâtis en bois supportant le tour à user.

m. Rondelle en fonte tournée, pouvant être mise en mouvement au moyen des engrenages coniques *c* et par la manivelle M.

Il est avantageux d'avoir au moins deux tours, l'un servant à user les préparations, l'autre à polir les échantillons, et placés dans des pièces séparées de façon à empêcher le mélange accidentel d'émeris de nos différents; pour le polissage au rouge ou à l'alumine, il est absolument indispensable d'opérer dans un local séparé.

Fig. 4. — Outils divers pour le façonnage des échantillons.

C. Marteau dont l'une des extrémités est amincie en coin, et servant à fendre les blocs schisteux.

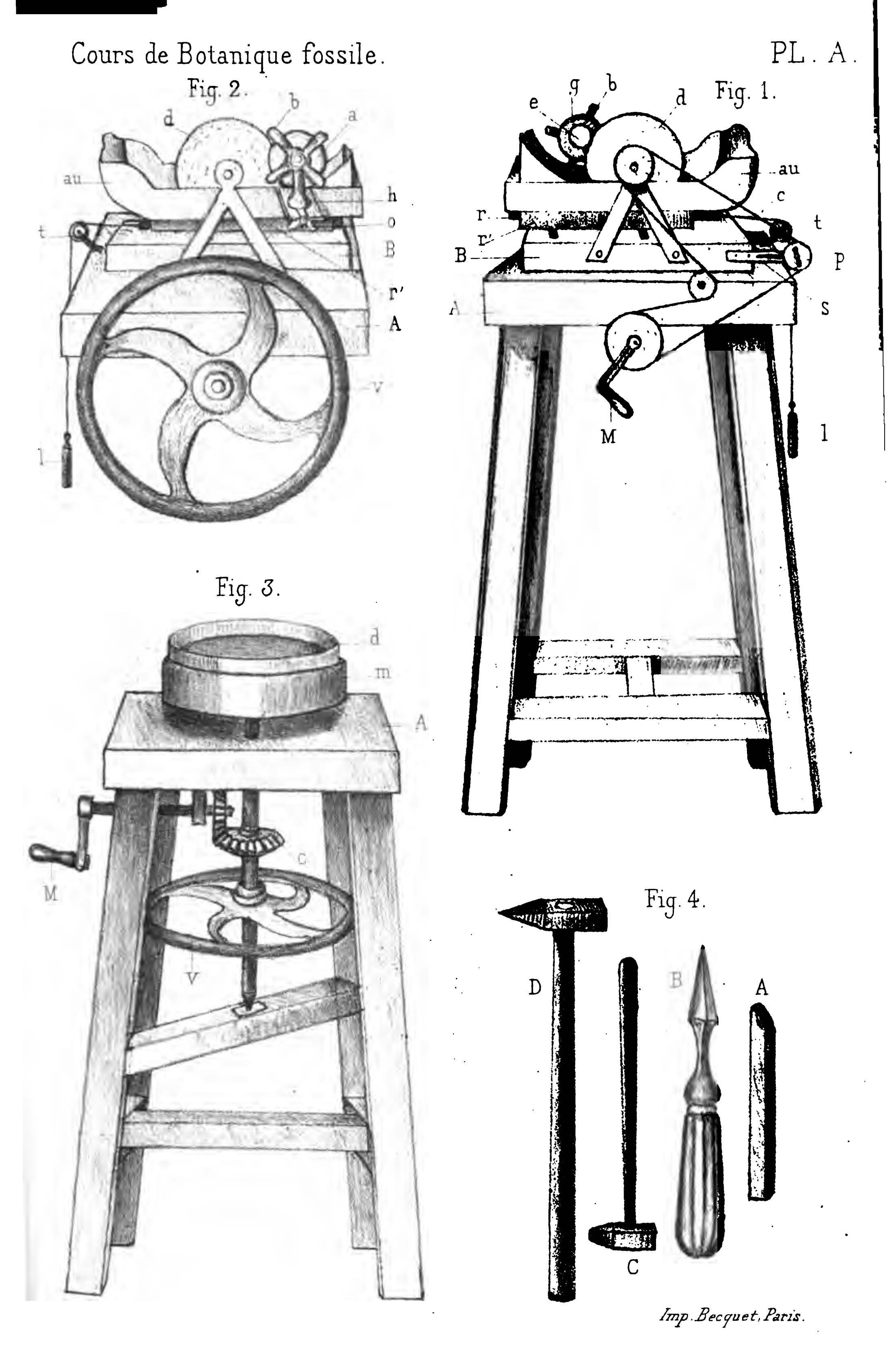
A. Ciseau pour tracer plus ou moins profondément le sillon suivant lequel on désire que l'échantillon se fende.

B. Pointe quadrangulaire d'acier trempé, destinée à approprier la surface des empreintes et à graver sur le revers le nom de la localité.

D. Marteau d'acier fortement trempé à pointe quadrangulaire, dont on se sert concurremment avec un ciseau pour détacher les échantillons siliceux engagés dans les poudingues, et suffisamment massif pour débiter les fragments trop gros.



[redacted]



Appareils servant à faire les préparations fossiles

PLANCHE 1.

Fig. 1. — Extrémité supérieure d'un tronc de *Cycas Circinalis*.
a. Jeunes frondes dont les folioles sont encore enroulées en crosse.
b. Cône mâle se développant au milieu des frondes.
c. Écailles protectrices du bourgeon qui se sont écartées par le développement ultérieur des frondes et du cône central.
d. Bases persistantes des frondes détachées.

Fig. 2. — Extrémité supérieure d'un tronc de *Cycas revoluta*.
d. Bases de pétioles tombés, formant une première zone.
c. Écailles protectrices du bourgeon terminal qui forment sur la tige des anneaux distincts et marquent ainsi chaque cycle de végétation.
d'. Deuxième zone de bases de pétioles tombés.

Fig. 3. — Quelques écailles qui recouvrent le bourgeon terminal avant le développement des frondes.

Fig. 4. — Portion de fronde de *Cycas circinalis*.
a. Rachis.
b. Portion du limbe d'une foliole.
c. Nervure unique qui parcourt le limbe.

Fig. 5. — Portion de fronde de *Zamia integrifolia*.
a. Rachis.
b. Folioles parcourues par de nombreuses nervures parallèles.

Fig. 6. — Inflorescence mâle du *Zamia farinosa* (Corda).

Fig. 7. — Écaille d'un cône mâle de l'*Encephalartos Altenstenii*, la face inférieure porte les anthères.

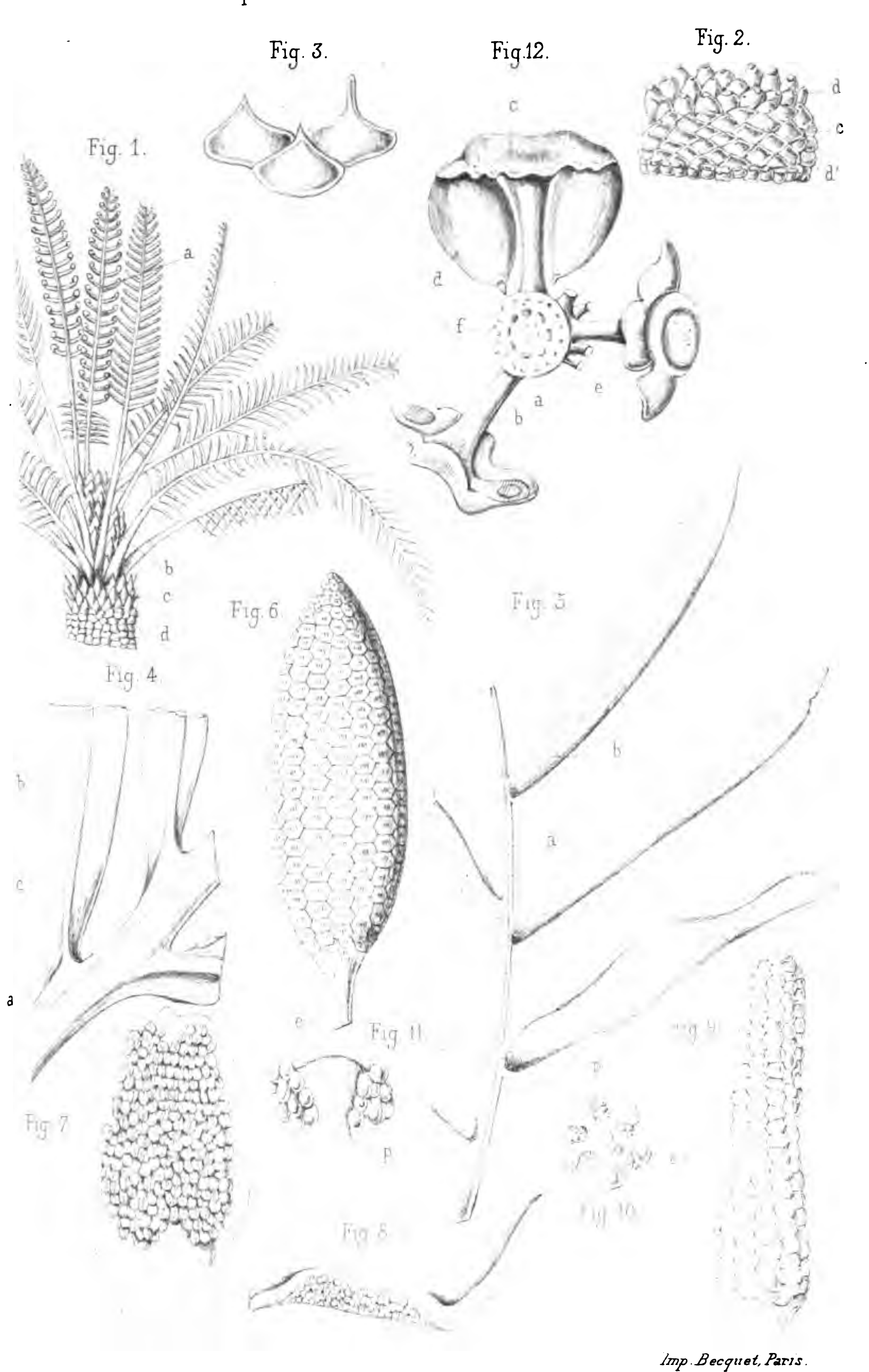
Fig. 8. — La même, vue latéralement.

Fig. 9. — Cône mâle de *Zamia muricata* (Karsten).

Fig. 10. — Section transversale de ce cône.
e. Écailles.
p. Anthères ou sacs polliniques fixés sur le côté des écailles.

Fig. 11. — Une des écailles vue en dessous.
p. Anthères.
e. Écusson auquel sont fixées les anthères.

Fig. 12. — Coupe transversale d'un cône de *Zamia integrifolia*.
a. Axe du cône, au milieu duquel on aperçoit le cercle discontinu formé par les faisceaux ligneux.
b. Écaille dégarnie de ses deux graines.
c. Écusson au-dessous duquel se trouvent deux graines. *d.* presque mûres.
e. Restes des pedicelles d'écailles qui ont été coupées.
f. Faisceaux vasculaires se rendant dans les écailles.



Imp. Becquet, Paris.

Cycadées vivantes

PLANCHE 2.

FIG. 1. — Section transversale d'un jeune tronc de *Cycas revoluta*.

a. Moelle.

b. Canaux à gomme.

c. Premier cercle ligneux formé de bois et de liber.

d. Deuxième cercle ligneux également formé de bois et de liber.

e. Faisceaux vasculaires parcourant le parenchyme cortical et dont quelques-uns se rendent dans les pétioles.

g. Canaux à gomme.

f. Bases de pétioles.

FIG. 2. — Coupe tangentielle du cylindre ligneux $\frac{140}{1}$

a. Trachéides ponctuées.

b. Rayons médullaires épais qui séparent les lames ligneuses.

FIG. 3. — Coupe radiale du cylindre ligneux $\frac{140}{1}$

a. Trachéides à plusieurs rangées de ponctuations aréolées dont le pore central est elliptique.

FIG. 4. — Coupe transversale d'une jeune tige de *Cycas revoluta*.

a. Cylindre ligneux; *m*, moelle.

b Faisceaux vasculaires parcourant l'écorce horizontalement et dont quelques-uns pénètrent dans les bases de pétioles.

c. Base des pétioles.

FIG. 5. — Coupe radiale d'une tige plus âgée de *Cycas revoluta*.

a, b. Deux zones ligneuses concentriques.

c. Faisceaux vasculaires parcourant l'écorce, de bas en haut.

d. Coupe transversale de faisceaux vasculaires qui se dirigent horizontalement et dont quelques-uns pénètrent dans la base des pétioles.

e, e. Faisceaux vasculaires pénétrant dans les pétioles.

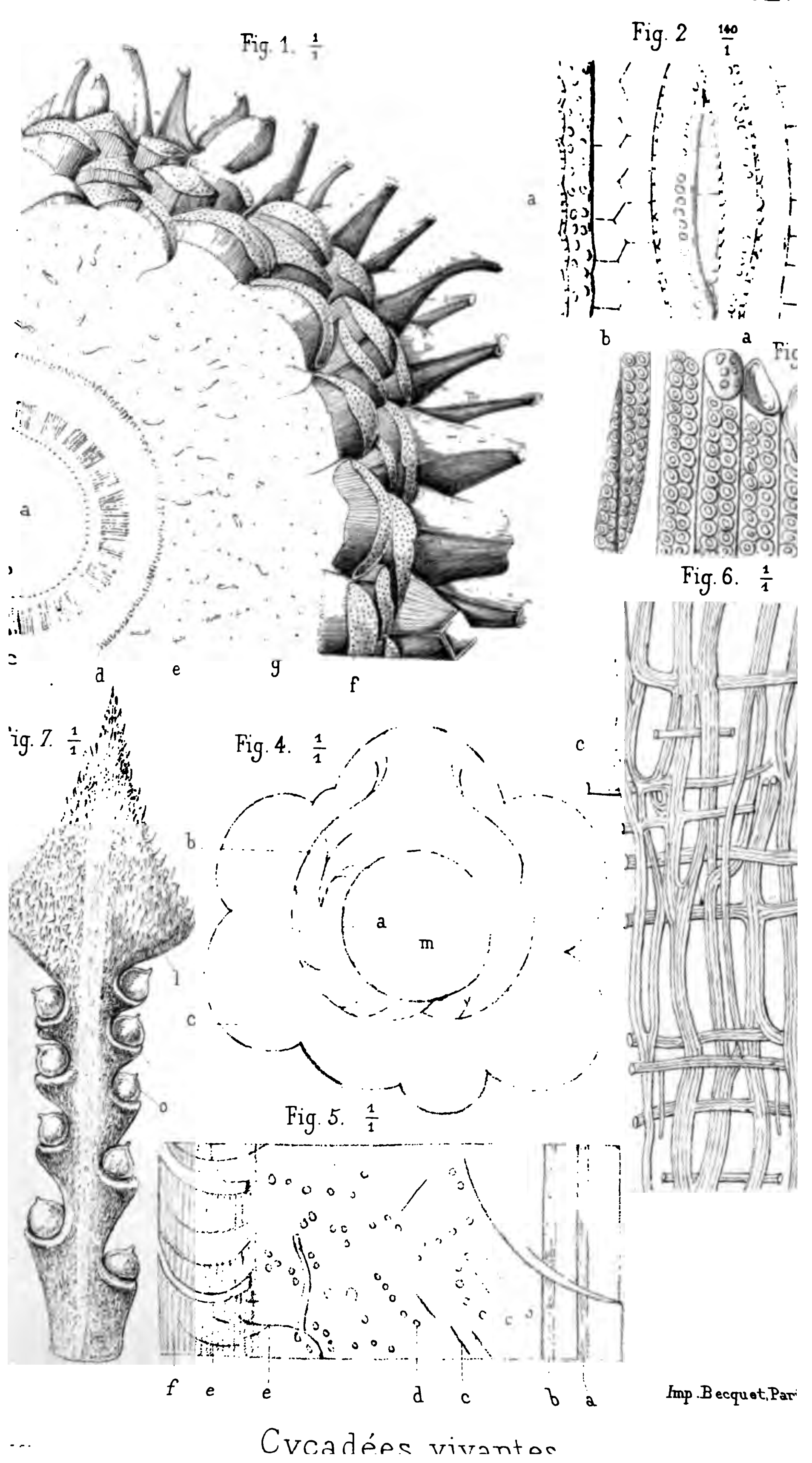
f. Bases de pétioles.

FIG. 6. — Réseau vasculaire formé dans le parenchyme cortical par l'entrecroisement et la soudure des faisceaux horizontaux et verticaux qui le parcourent.

FIG. 7. — Fronde fertile de *Cycas revoluta* avec des graines très jeunes.

l. Portion dilatée, triangulaire et tomenteuse de la feuille.

o. Jeunes ovules placés dans les échancrures latérales.



Imp. Becquet, Par.

Cycadées vivantes

PLANCHE 3.

Fig. 1. — Coupe transversale d'une portion de feuille d'*Encephalartos horridus* $\frac{50}{1}$.

a. Cellules hypodermiques placées au-dessous de l'épiderme *ep*.

b. Cellules en palissade.

c. Canal à gomme.

d. e. Cordon vasculaire d'une nervure composé de deux parties distinctes l'une *d* formée de trachéides ponctuées disposées sans ordre, et dont le développement s'est effectué de bas en haut, par rapport à la figure ou en direction centripète, par rapport à la tige, la feuille étant supposée redressée contre elle ; l'autre *e* formée de trachéides rayées et ponctuées, disposées en séries rayonnantes et dont l'accroissement s'est effectué en sens contraire de la première, c'est-à-dire de haut en bas, ou en direction centrifuge. Les éléments spiralés se trouvent entre ces deux parties tantôt en contact avec elles, tantôt séparés par quelques cellules à minces parois.

f. Gaine protectrice, formée de cellules à parois épaissies ; en dedans, on remarque quelques cellules. *n*, à parois développées et canaliculées seulement du côté interne.

o. Méats creusés dans le parenchyme lacuneux de la partie inférieure de la feuille.

à. Cellules hypodermiques.

s. Stomates.

Fig. 2. — Coupe transversale d'un cordon vasculaire pris dans un pétiole de *Cycas revoluta*, $\frac{250}{1}$.

f. Gaine protectrice dont les cellules renferment des cristaux d'oxalate de chaux.

d. Portion supérieure ou centripète du cordon formée d'éléments ponctués assez volumineux et disposés sans ordre.

e. Portion inférieure ou centrifuge du cordon renfermant des éléments rayés et ponctués disposés en séries rayonnantes.

tr. trachées.

Fig. 3. — Coupe transversale d'une portion de racine de *Cycas ruminiana*, $\frac{50}{1}$.

m, Moelle.

a. Faisceaux primaires, au nombre de trois et qui ne prennent que très peu de développement.

b. Bois secondaire développé en dedans du liber dans l'intervalle laissé par les lames primaires et ne formant pas un cercle continu.

c. Bandes parenchymateuses séparant les trois masses ligneuses secondaires.

g. Canal à gomme.

Fig. 4. — Coupe transversale d'une jeune racine d'*Encephalartos horridus*. $\frac{50}{1}$.

a, *a.* Faisceaux primaires très peu développés, au nombre de deux.

b. Bois secondaire s'avançant presque jusqu'au milieu du tissu fondamental et separé en deux masses distinctes, par deux bandes de tissu parenchymateux, *c*.

Fig. 5. — Expansion bothryoïde de racine de *Cycas revoluta* de forme mamelonnée et globuleuse.

Fig. 6. — Expansion bothryoïde de *Cycas Rumphii* lamelliforme et dichotome.

Fig. 7. — Coupe longitudinale d'une jeune graine de *Cératozamia mexicana*.

a. Nucelle.

...re pollinique.

...cropylaire.

...mmune au nucelle et au tégument.

...a base du nucelle et ne dépassant pas la

...t.

...xt... dans l'épaisseur des téguments jusqu'au

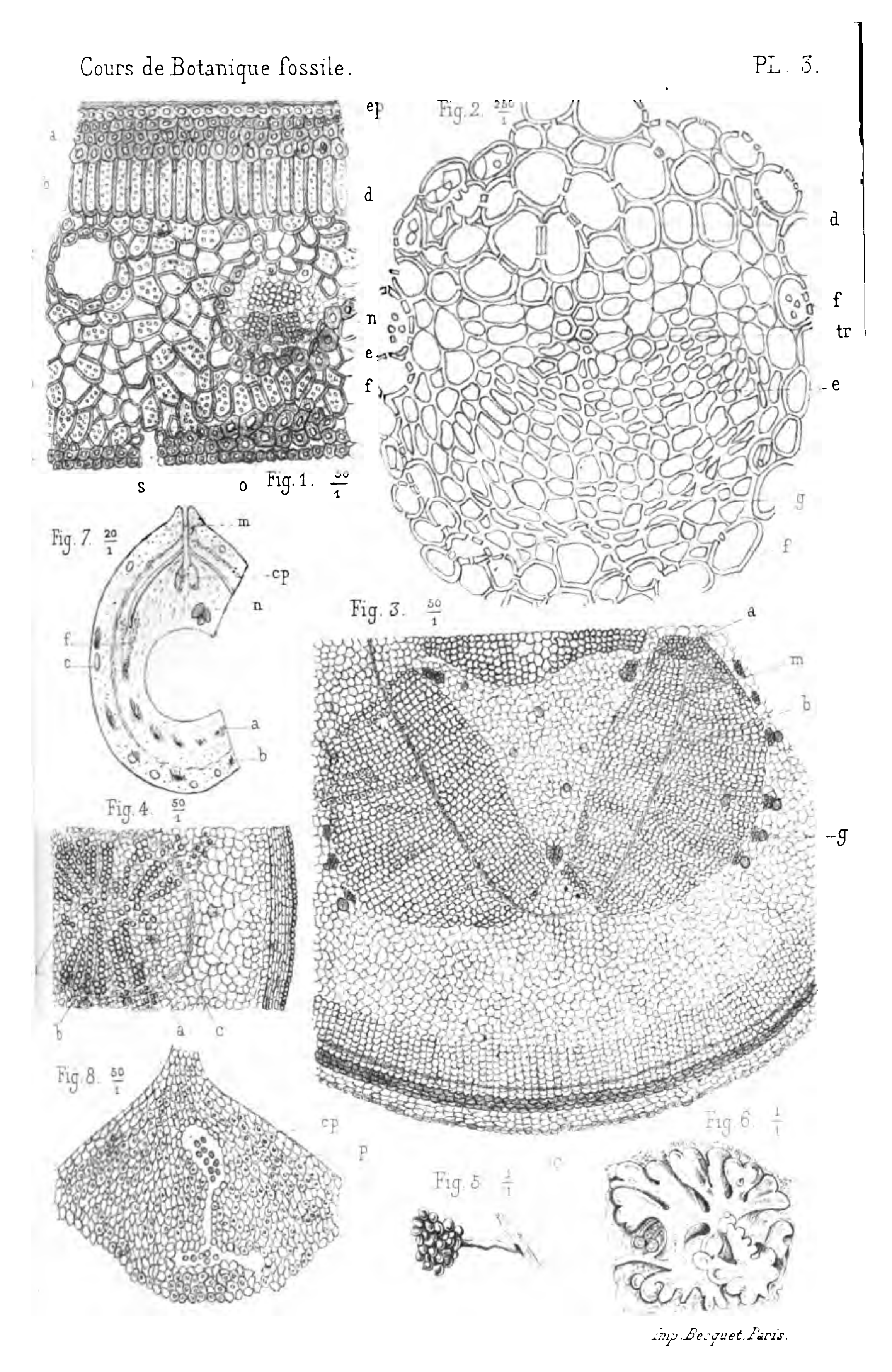
...op...e.

... Coupe de la ... celle de *Ceratozamia mexicana*, un peu

dehors de

...mbre

en conte... e.



Cycadées vivantes.

PLANCHE 4.

FIG. 1. — *Cycadites Lorteti*, Sap.

FIG. 2. — *Cycadites rectangularis*, Brauns.

FIG. 3. — *Cycadites taxodinus*, Gœppert.

FIG. 4. — Portion de fronde de *Cycadites taxodinus* grossie pour montrer la nervure médiane de chaque pinnule.

FIG. 5. — *Androstrobus Balduini*, Sap. Portion de cône mâle de *Cycadites*, l'extrémité des écailles n'a pas été conservée, et sa disparition permet de voir les sacs polliniques placés au-dessous de chaque écaille. (La figure a été dessinée d'après un moulage.)

FIG. 6. — *Cycadospadix Hennoquei*, Sap. Les deux ovules figurés manquent dans l'échantillon.

FIG. 7. — *Cycadospadix Moraeanus*, Schimper. Sur la partie allongée en pétiole, on remarque les cicatrices laissées par la chute de trois paires d'ovules.

FIG. 8. — *Cycadospadix Hennoquei*, Sap.

FIG. 9. — *Cycadospermum Hettangense* (Schimp.). Sap.

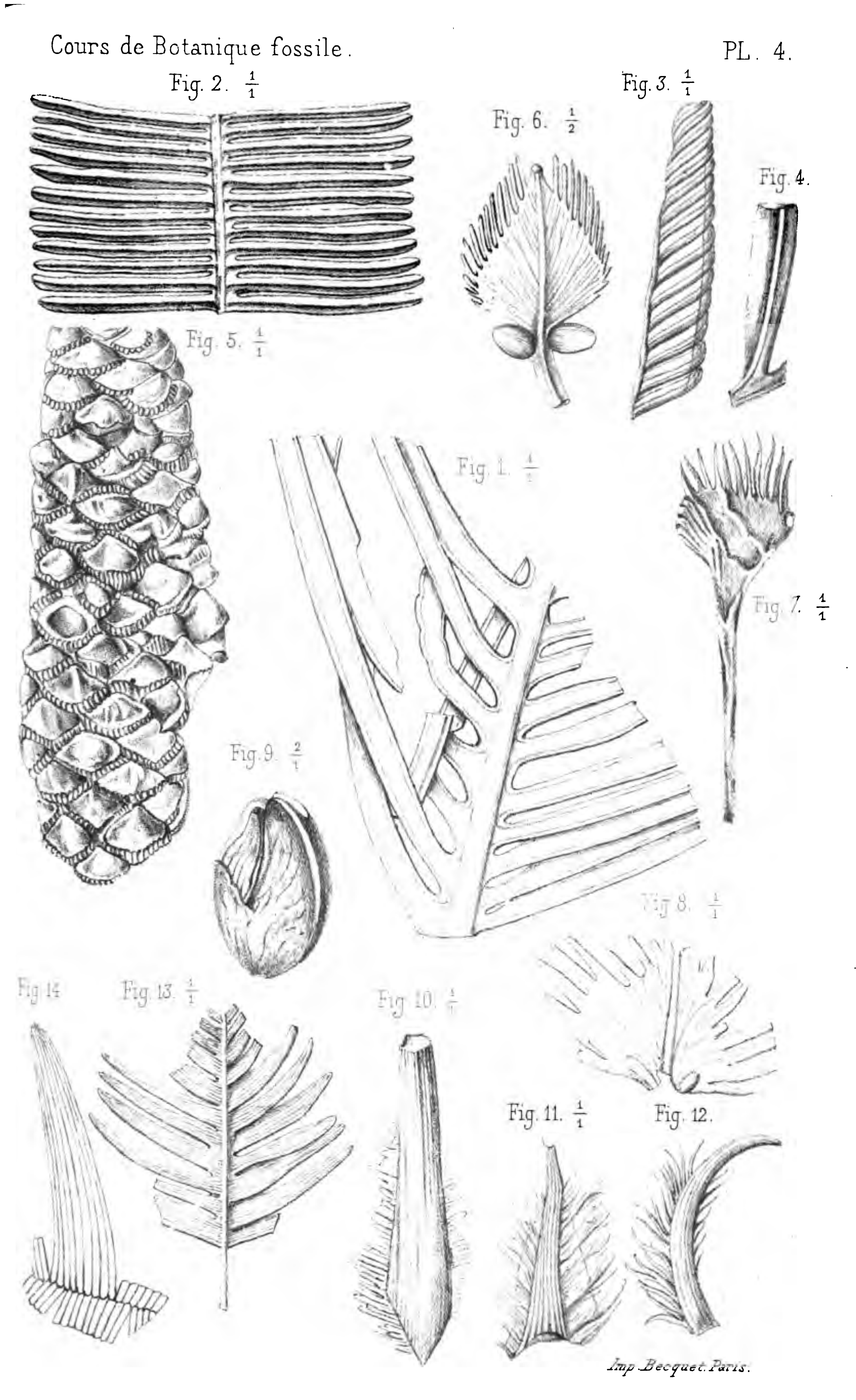
FIG. 10. — *Cycadorachis abscissa*. Sap.

FIG. 11 et 12. — *Cycadorachis hirta*. Sap.

FIG. 13. — *Dioonites Brongniarti*. Schenck.

FIG. 14. — Pinnules du même, grossies pour montrer la nervation.





Cycadées fossiles.



PLANCHE 5.

Fig. 1. — *Encephalartos Gorceixianus*, Sap. (grandeur naturelle). Koumi. (Eubée).
Cette Cycadée est celle qui jusqu'à présent occupe la position le plus élevée dans la série des terrains sédimentaires d'Europe.

Fig. 2. — *Zamites épibius*, Sap. $\frac{1}{1}$. trouvée dans le Terrain miocène de Bonnieux (Vaucluse).

Fig. 3. — *Zamites arcticus*, Gœppert, $\frac{1}{1}$. Dépôt crétacé d'Omeynen af kome, district d'Omenak (Groendland).

Fig. 4. — *Zamites Feneonis*, Brongt. Portion de fronde d'après un spécimen d'Orbagnoux, moulé (collection de la Faculté des Sciences de Paris). Oolithe moyenne.

Fig. 5 — Bases de trois pinnules du même échantillon, faiblement grossies, pour montrer leur insertion à la face supérieure du rachis, la disposition des nervures, et la callosité *a* assez marquée, qui se voit à la partie inférieure.

Fig. 6. — *Zamites Moreaui*, Brongt. Vue par la face supérieure et montrant les pinnules qui semblent desséchées et repliées sur leurs bords ; recueilli à Burey-en-Vaux. Étage corallien.

Fig. 7. — *Nilssonia brevis*. Brongt. Portion inférieure de fronde, vue par-dessous, d'après une empreinte de Hör en Scanie (collection de la Faculté des Sciences de Paris).

PLANCHE 6.

...strobus, Saportanus. (Schimper.)
... d'une cycadée tertiaire probablement d'une Zamiée. (Armissan.)

...strobus crassus, Lindley et Hutton. (Oolithe.)

...strobus gibbus (Reuss). Schimp. Cône femelle d'une Zamiée, fendu ...ent, montrant le moulage d'une partie de l'axe et les graines qui y ... Terrain crétacé de Niederschœna.
...ône de la même espèce portant quatre graines.
...quelle sont insérées deux graines, son écusson est dentelé.
...ossie pour montrer sa surface réticulée.

...strobus index. Sap. Figure représentant un moulage provenant de Saint-Mihiel (Meuse).

... gracilis, Carruth. Appareil fructifère d'une cycadée voisine des ... Les graines sont placées par deux, sous les écailles dont les pédi...s allongés.

...spermum Schlumbergeri, Sap.

...ites (jeune plante).

...ites decorus, Sap. $\frac{1}{2}$. Fronde brisée. (Étage bathonien).

...nilites distans, Presl. (plante jeune), $\frac{1}{2}$.

... du même, grandeur naturelle.

...anchis Ponceleti (Nathorst). Sap. $\frac{1}{2}$. Strobile fructificateur des *Po...tiralias*).

... transversale du même, légèrement grossie.

...phyllum Jaegeri, Brongt. Sommité de fronde. $\frac{1}{2}$.

...phyllum concinnum, Heer (Craie arctique).



PLANCHE 6.

FIG. 1. — *Zamiostrobus, Saportanus*. (Schimper.)
Cône femelle d'une cycadée tertiaire probablement d'une Zamiée. (Armissan.)

FIG. 2. — *Zamiostrobus crassus*, Lindley et Hutton. (Oolithe.)

FIG. 3. — *Zamiostrobus gibbus* (Reuss). Schimp. Cône femelle d'une Zamiée, fendu longitudinalement, montrant le moulage d'une partie de l'axe et les graines qui y sont attachées. Terrain crétacé do Niederschœna.

a. Écaille d'un cône de la même espèce portant quatre graines.

b. Écaille sur laquelle sont insérées deux graines, son écusson est dentelé.

c. Une graine grossie pour montrer sa surface réticulée.

FIG. 4. — *Zamiostrobus index*. Sap. Figure représentant un moulage provenant de Creue, près de Saint-Mihiel (Meuse).

FIG. 5. — *Beania gracilis*, Carruth. Appareil fructifère d'une cycadée voisine des Zamia actuels. Les graines sont placées par deux, sous les écailles dont les pédicelles sont très allongés.

FIG. 6. — *Cyadospermum Schlumbergeri*, Sap.

FIG. 7. — *Otozamites* (jeune plante).

FIG. 8. — *Otozamites decorus*, Sap. $\frac{1}{2}$. Fronde brisée. (Étage bathonien).

FIG. 9. — *Podozamites distans*, Presl. (plante jeune), $\frac{1}{2}$.

FIG. 10. — Foliole du même, grandeur naturelle.

FIG. 11. — *Stenorachis Ponceleti* (Nathorst). Sap. $\frac{1}{2}$. Strobile fructificateur des *Podozamites ?* (Infralias).

FIG. 12. — Coupe transversale du même, légèrement grossie.

FIG. 13. — *Pterophyllum Jaegeri*, Brongt. Sommité de fronde. $\frac{1}{2}$.

FIG. 14. — *Pterophyllum concinnum*, Heer (Craie arctique).

PLANCHE 7.

FIG. 1. — *Glossozamites obovatus*. Schenck. Urgonien de Grodischt.

FIG. 2. — ***Ptilophyllum cutchense,*** Morris, D'après un échantillon de Bindrabun. Oolithe.

FIG. 3. — *Sphenozamites Rossii,* Zigno. Oolithe.

FIG. 4. — *Sphenozamites latifolius* (Brongt.), Sap. $\frac{1}{2}$. Corallien supérieur.

FIG. 5. — *Noeggerathia Flabellata,* L et H. *Gingkophyllum flabellatum,* Sap. terrain houiller moyen.

FIG. 6. — *Noeggerathia foliosa,* Sternberg. Portion de fronde, terrain houiller moyen de Radnitz.

PLANCHE 7.

Fig. 1. — *Glossozamites obovatus*. Schenck. Urgonien de Grodischt.

Fig. 2. — *Ptilophyllum cutchense*, Morris, D'après un échantillon de Bindrabun. Oolithe.

Fig. 3. — *Sphenozamites Rossii*, Zigno. Oolithe.

Fig. 4. — *Sphenozamites latifolius* (Brongt.), Sap. $\frac{1}{2}$. Corallien supérieur.

Fig. 5. — *Noeggerathia Flabellata*, L et H. *Gingkophyllum flabellatum*, Sap. terrain houiller moyen.

Fig. 6. — *Noeggerathia foliosa*, Sternberg. Portion de fronde, terrain houiller moyen de Radnitz.



Fig. 1.

Fig. 6. $\frac{1}{2}$

Fig. 5.

Fig. 2.

Fig. 3.

Fig. 4. $\frac{1}{2}$

Imp. Becquet, Paris.

Zamiées fossiles.

PLANCHE 8.

Fig. 1. — *Bolbopodium pictaviense*. Sap.

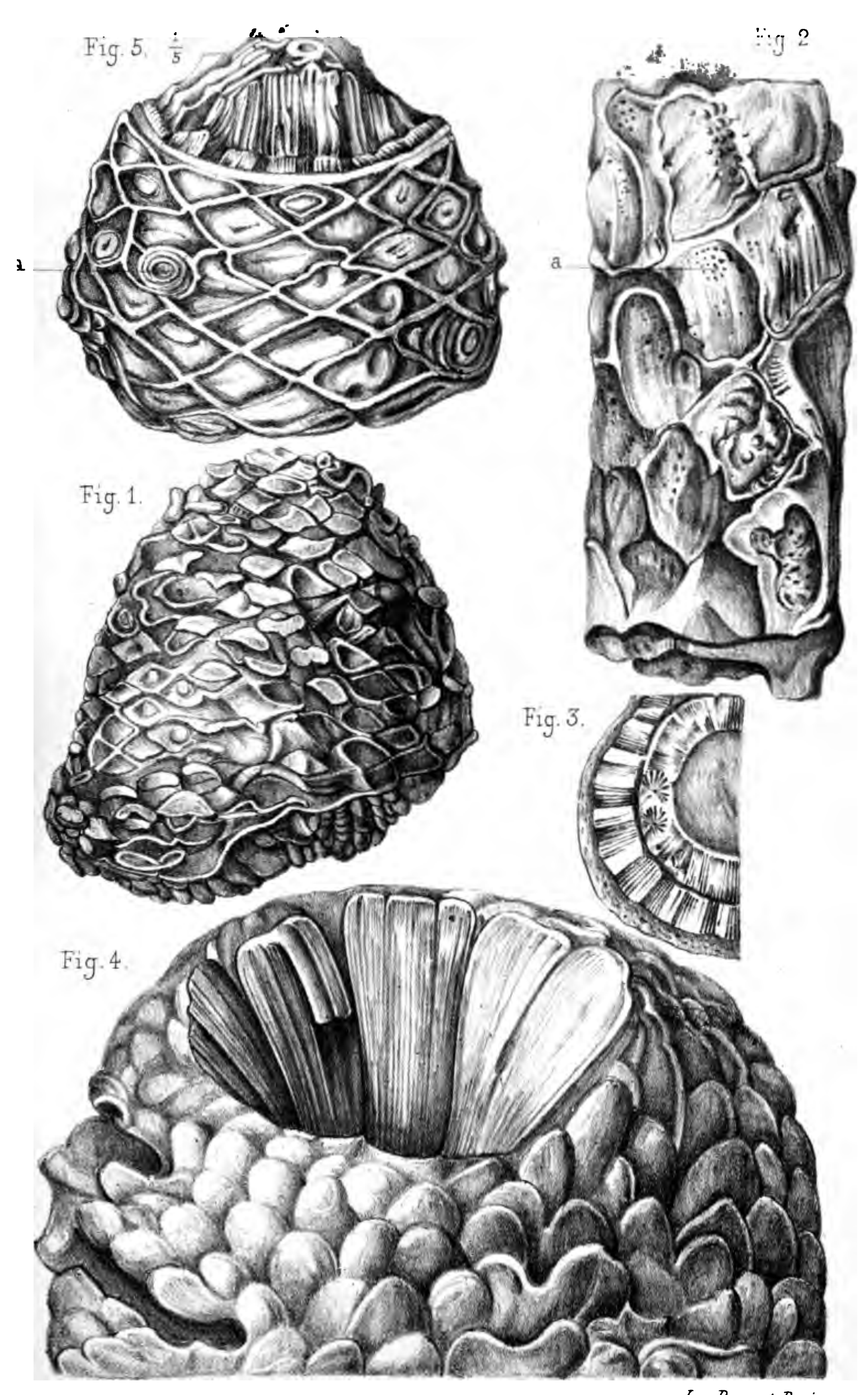
Fig. 2. — *Cylindropodium Deshayesi*. Sap.

Fig. 3. — *Cylindropodium liasinum* (Schimper). Sap.

Fig. 4. — *Platylepis micromyela* (Morière). Sap.

Fig. 5. — *Clathropodium megalophyllum* (Buckland). Sap. $\frac{1}{5}$

a. Rosettes laissées par la chute de bourgeons adventifs.



Imp. Becquet, Paris.

Troncs de Cycadées fossiles.

PLANCHE 9.

FIG. 1. — *Clathropodium Trigeri*. Sap. *a*. cicatrices de bourgeons adventifs.

FIG. 2. — Coupe transversale d'une portion de tronc de C. Trigeri.
m. Moelle.
b. Cylindre ligneux formé de lames rayonnantes de trachéides rayées.
p. Parenchyme cortical traversé par des canaux gommeux et par des faisceaux vasculaires, verticaux et de ceinture, dont quelques-uns se dirigent dans la base des pétioles.
e. Résidus accrescents des bases de pétioles en *cc'*: on voit plusieurs des couches successives, dues à l'accrescence.

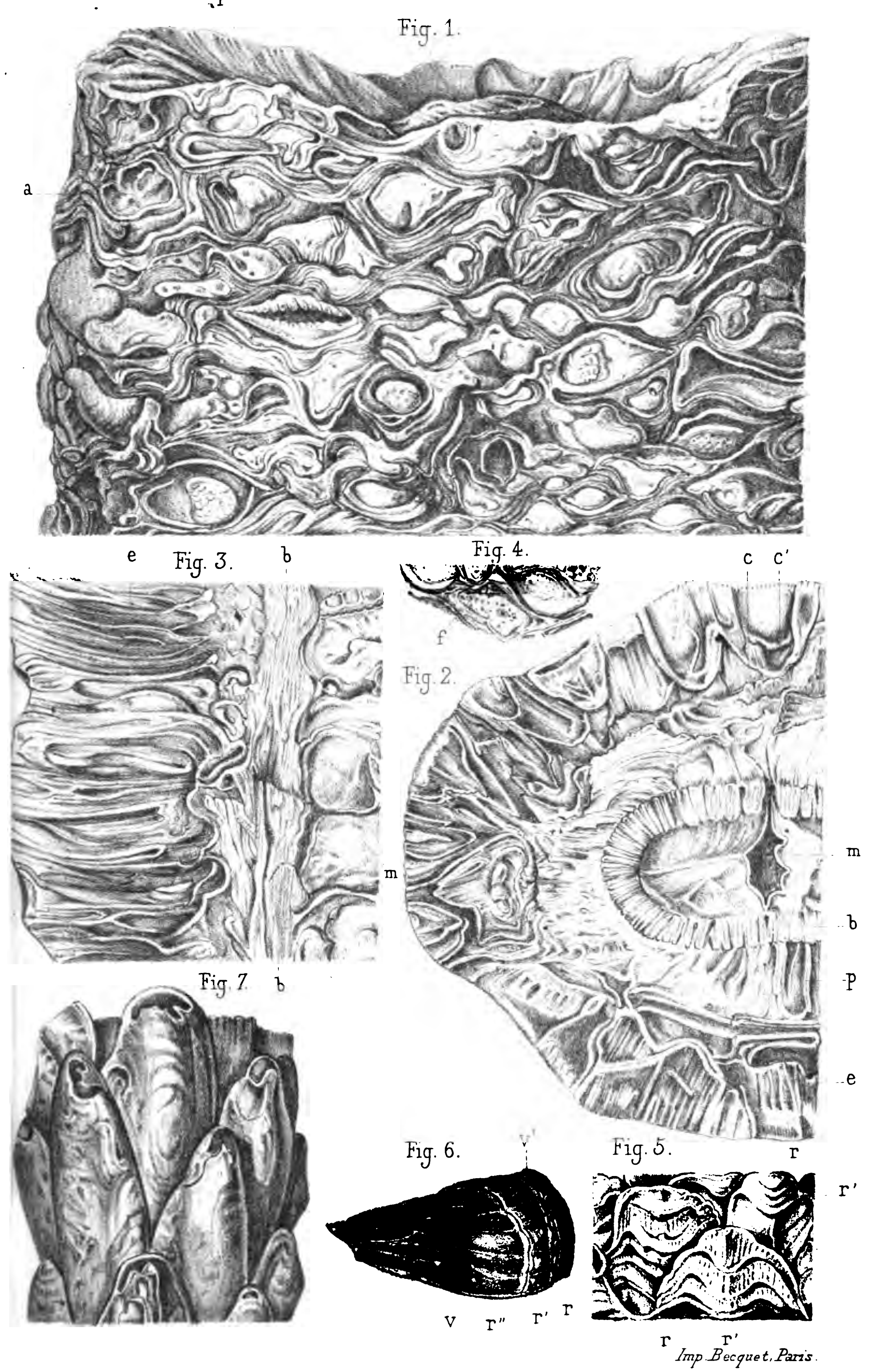
FIG. 3. — Coupe longitudinale d'une portion du même échantillon.
m. Moelle mal conservée et déchirée en lambeaux.
b. Cylindre ligneux, formé de lames, séparées par de nombreux rayons médullaires épais, et composées de trachéides ponctuées ; comme chez les Cycadées vivantes.
e. Résidus pétiolaires qui forment en dehors de l'écorce, une armure épaisse et solide.

FIG. 4. — Coupe tangentielle de deux bases de pétioles, les faisceaux vasculaires qui les parcourent sont simples, c'est-à-dire qu'ils ne renferment que la partie centrifuge du cordon foliaire. La partie centripète n'apparaissait que plus haut dans la portion de fronde désarticulée.

FIG. 5. — Appendices corticaux de *Cycas revoluta* pour montrer les couches successives *r r' r''* dues à l'accrescence des bases pétiolaires.

FIG. 6. — Coupe longitudinale radiale, d'une écaille de *Cycas revoluta* faisant voir deux couches *r*, *r'* qui ont pris successivement leur développement, les faisceaux vasculaire *V* de la portion *r''* adhérente à la tige, se continuent à travers les couches *r' r* dues à l'accrescence, et dont les plus extérieures sont les plus anciennes.

FIG. 7. — *Fittonia Brongniarti* (Morière). Sap. L'échantillon est représenté par sa face la plus étroite.



Imp. Becquet, Paris.

Troncs de Cycadées fossiles.

PLANCHE 10.

Fig. 1. — *Clathropodium foratum*. Sap.

Fig. 2. — *Fittonia insignis*. Sap.

a. Traces laissées sur les sections assez nettes des pétioles, par les faisceaux vasculaires montant dans la feuille. $\frac{3}{4}$ de grandeur naturelle.

Fig. 2. $\frac{3}{4}$

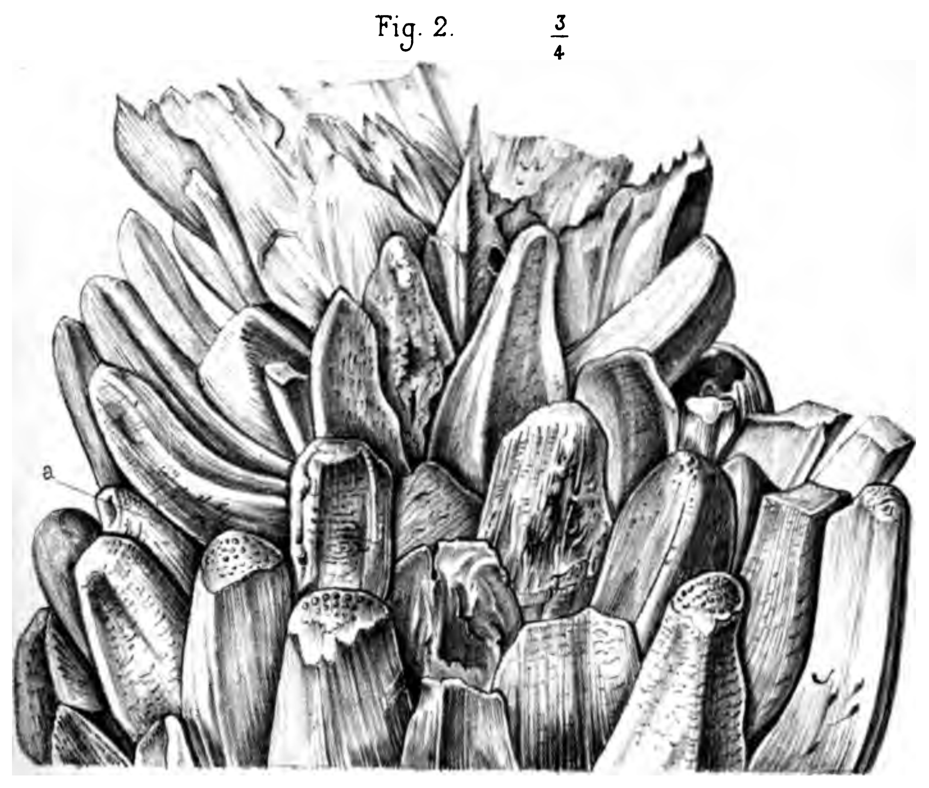
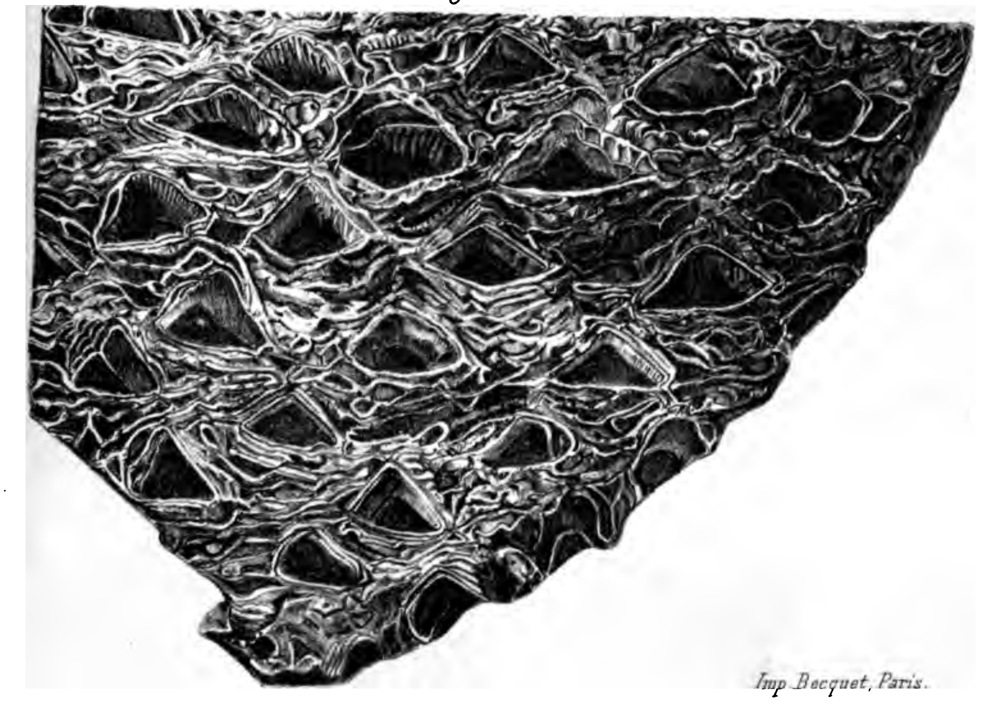


Fig. 1.



Troncs de Cycadées fossiles.



PLANCHE 11.

Coupe transversale d'un rameau de *Cycadoxylon Fremyi*. B. R. $\frac{8}{1}$.

o. Tissu conjonctif en partie détruit.

b. Cylindre ligneux extérieur discontinu, formé de lames séparées par d'épais rayons médullaires, ces lames résultent de l'accolement de 1 à 4 rangées de trachéides ponctuées.

Les rayons médullaires sont formés de cellules dont la longueur dans le sens du rayon égale la hauteur.

b'. Bande ligneuse intérieure au premier cylindre.

b''. Cercle ligneux incomplet, également intérieur et formé des mêmes éléments que les précédents.

c. Zone génératrice.

c'. Couche libérienne mal conservée.

m. Tissu conjonctif interposé entre les lames ligneuses.

c g. Canaux à gomme placés dans le parenchyme extérieur.

d. Cellules à parois poreuses allongées dans le sens de la circonférence et disposées en lignes concentriques souvent interrompues par le mauvais état de conservation.

FIG. 3. — $\frac{35}{1}$, Coupe tangentielle d'une portion du cylindre ligneux Gr. $\frac{35}{1}$.

Les trachéides ponctuées sur les faces latérales, forment des contournements nombreux, *f*. quelquefois, elles paraissent se terminer brusquement comme en *o*.

FIG. 4. — $\frac{100}{1}$, Coupe tangentielle d'une partie du parenchyme cortical extérieur. Les cellules qui forment cette partie sont allongées dans le sens de la circonférence disposées bout à bout en lignes concentriques, leurs parois sont percées de pores circulaires, et au milieu du parenchyme se rencontrent des tubes à gommes *c g*.

FIG. 5. — Coupe radiale. Les cellules précédentes sont coupées transversalement et offrent une section circulaire.

FIG. 6. — $\frac{1}{1}$ *Medullosa stellata*. Cotta.

Coupe transversale d'une tige, de grandeur naturelle.

Le cylindre ligneux est formé de deux zones concentriques distinctes. Les trachéides sont ponctuées. Les rayons médullaires sont moins développés que dans le *Cycadomylon Frexyi.*

Dans l'intérieur de la moelle, on remarque de nombreuses productions ligneuses disposées en forme d'étoile ou d'ellipse aplatie. Extérieurement se voient un grand nombre de faisceaux vasculaires et de bandes hypodermiques.

FIG. 7. — $\frac{1}{1}$ Portion du parenchyme cortical extérieur.

f. Faisceau vasculaire.

h. Bandes hypodermiques disposées en cercle.

FIG. 8. — $\frac{1}{1}$ *Colpoxylon aeduense.* Brongt.

Coupe transversale d'une portion de tige montrant la disposition sinueuse du cylindre ligneux *b*.

f. Faisceaux vasculaires flexueux dispersés dans le tissu de la moelle.

l. Région libérienne mal conservée.

c. Parenchyme cortical extérieur parcouru par un assez grand nombre de faisceaux vasculaires, et par des bandes d'hypoderme.

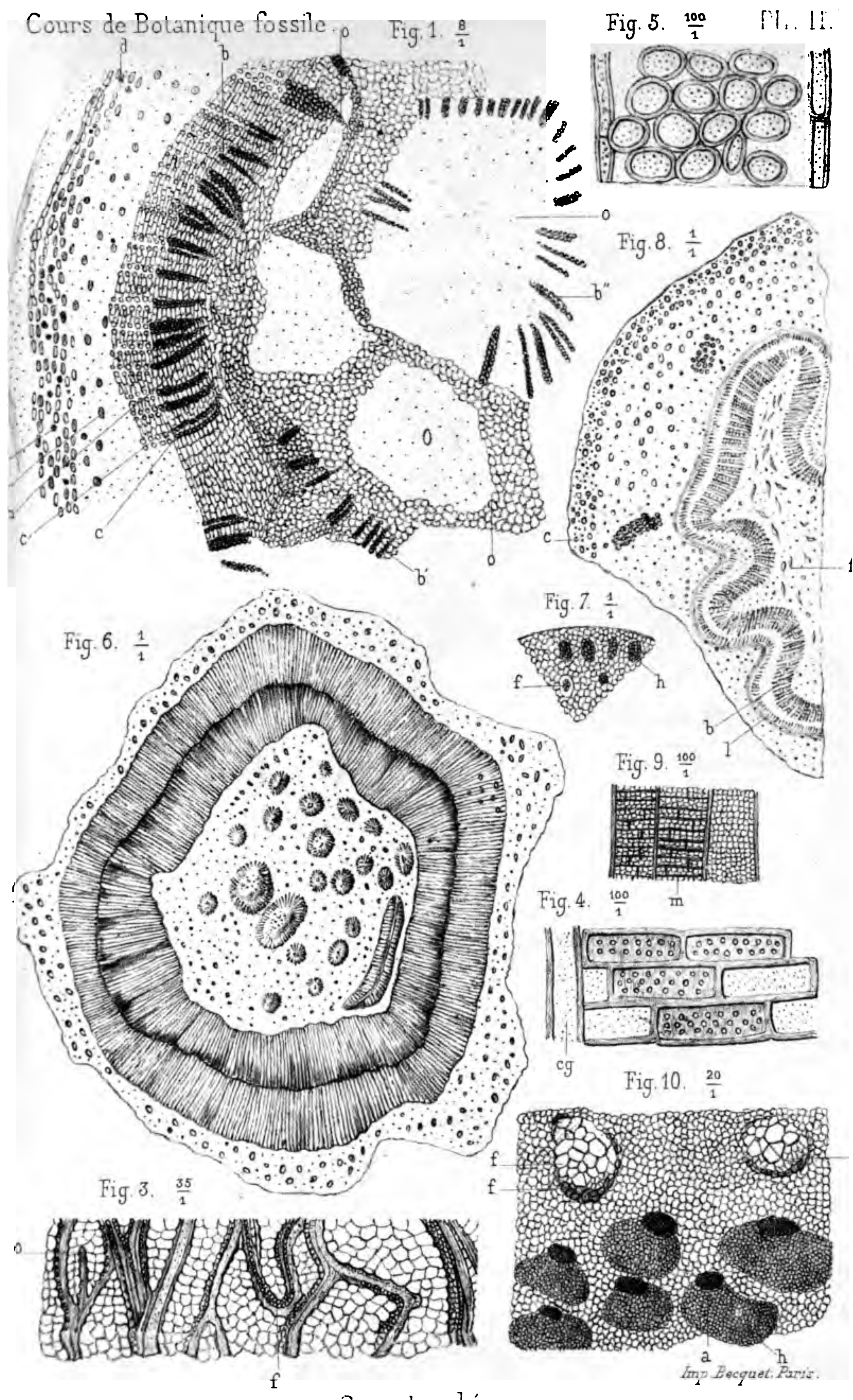
FIG. 9. — $\frac{100}{1}$ Coupe radiale rencontrant trois trachéides ponctuées.

m. Rayon médullaire formé de cellules beaucoup plus allongées dans le sens radial qu'en hauteur.

FIG. 10. — $\frac{20}{1}$ Coupe transversale de la région extérieure de l'écorce.

f. Faisceaux vasculaires qui probablement se dirigeaient vers les feuilles, à l'extérieur en *f'* on remarque quelques trachéides plus petites, représentant peut-être la portion centrifuge du faisceau et plus en dehors des traces de liber.

h. Bandes hypodermiques de forme variée, accompagnées d'un canal à gomme *a*, et formant une couche extérieure assez épaisse, servant de soutien à la tige, dont les différents corps ligneux trop peu résistants, n'auraient pas fourni un appui suffisant.



Imp. Becquet. Paris.

Cycadoxylées.

PLANCHE 12.

Fig. 1. — Extrémité de rameau de *Cordaïte* terminée par des feuilles rapprochées, elles s'écartent beaucoup les unes des autres, par l'élongation ultérieure du rameau.

Fig. 2. — Coupe transversale de feuille de *C. tenuistriatus*. Gr. $\frac{50.}{1}$

a. Faisceau vasculaire des nervures, formé en dessus, de trachéides ponctuées et de trachées *t*, vers la pointe tournée du côté de la face inférieure de la feuille.
h. Bande hypodermique à section triangulaire qui accompagne en dessus le cordon foliaire.
h'. Deuxième bande du même tissu qui l'accompagne à sa partie inférieure.
d. Gaine du faisceau formé de cellules à section transversale arrondie, et à parois poreuses, disposées sur un ou deux rangs. Quelques-unes de ces cellules sont remplies de silice colorée.
e. Epiderme de la face supérieure recouvert de papilles.
p. Couche de cellules en palissade dont l'intérieur est plus coloré que les parois.
f. Tissu lacuneux occupant l'intervalle des nervures, dans la portion inférieure de la feuille, et formé de cellules allongées dans le sens transversal.

Fig. 3. — Coupe transversale d'une feuille épaisse de Cordaïtes peut-être l'*angulosostriatus*. Gr. Gros. $\frac{60.}{1}$

A l'état d'empreintes, ces feuilles sont caractérisées par des nervures inégales, les unes anguleuses, les autres noyées dans le parenchyme, elles ont eu des dimensions considérables et ont laissé une forte épaisseur de houille.

a. Faisceaux vasculaires, formés de trachéides ponctuées et scalariformes. La partie du faisceau tourné vers le bas renferme les trachées *t*.
b. Cellules à parois minces plus hautes que larges, composant la partie centrifuge du faisceau plus en dehors se trouve en *l* la partie libérienne.
d. Gaine du faisceau formée de cellules allongées à parois poreuses.
h, *h'*. Deux bandes de tissu hypodermiques accompagnant le faisceau.
p. Tissu formé de cellules à contenu granuleux, coloré, mais non disposées en palissade.
e. Bandes de tissu hypodermique, au nombre de trois, placées entre les nervures et ne pouvant donner sur les empreintes que des lignes peu marquées.
f. Tissu lacuneux mal conservé existant entre les nervures.

Fig. 4. — Coupe transversale d'une coupe de *C. rhumbinervis*. Gr. Gros. $\frac{50.}{1}$

Les mêmes lettres désignent les mêmes parties.

Les bandes hypodermiques *h*. qui accompagnent les faisceaux sont triangulaires, et la coupe de l'ensemble est celle d'un rhombe.

Fig. 5. — Coupe transversale d'une feuille de *C. lingulatus*. Gr. Gros. $\frac{50.}{1}$

Ces feuilles en empreinte sont larges, très obtuses au sommet, cunéiformes dans l'ensemble quand elles sont longues, à nervures nombreuses, serrées, égales et vives, assez communes.

a, *d*, *p*. Comme précédemment.
b. Arc vasculaire représentant la partie centrifuge du faisceau.

Fig. 6. — Coupe transversale d'une jeune feuille de *C. principalis*. Gr. $\frac{50}{1}$.

Feuilles épaisses et très étendues quand elles ont tout leur développement, habi-

tuellement fissurées, avec deux sortes de nervures, les unes plus fortes, les autres plus fines au nombre de 4 entre les premières.

a, *b*. Comme précédemment.
h, *h'*. Bandes hypodermiques supérieures et inférieures.
h''. Bandes secondaires placées à la partie supérieure au nombre de trois ou quatre, entre les bandes précédentes.
h'''. Bandes secondaires de la partie inférieure de la feuille très développées, et situées au milieu de l'intervalle des vraies nervures.

Fig. 7. — Coupe transversale d'une feuille de *C. crassus* B. R.

a, *b*. Cordon vasculaire.
d. Gaine du faisceau non reliée aux bandes hypodermiques.
h, *h'*. Comme précédemment. — *h'''* Bandes très développées à la face inférieure.

Cette feuille est assez rare; peut-être pourrait-on la rapprocher du *C. Borassifolius* de Sternberg, qui se présente en longues feuilles, obtuses, parcourues par des nervures assez rapprochées, alternativement plus fines et plus fortes.

Fig. 8. — Coupe longitudinale passant par une nervure et dirigée perpendiculairement au limbe d'une feuille de *Cordaïte*. Gros. $\frac{100}{1}$.

ep. Épiderme.
p. Couche de cellules en palissade disposées sur plusieurs rangs.
h. Portion de tissu hypodermique.
d. Cellules prismatiques assez volumineuses à parois poreuses formant la gaine du faisceau.
v. Vaisseaux ponctués de la partie supérieure. — *a*. Vaisseaux scalariformes.
t. Trachées de la pointe.
b. Vaisseaux ponctués de la portion du cordon disposée en arc autour de la pointe, du faisceau précédent. Le liber a disparu.
d'. Cellules de la partie inférieure de la gaine.
p'. Couche de cellules arrondies de la face inférieure de la feuille.
ép'. Épiderme.

Fig. 10. — Coupe faite parallèlement au limbe de la feuille et dans son épaisseur. Gros. $\frac{100}{1}$.

a. Faisceaux vasculaires des nervures.
c. Cellules allongées à parois minces, dépendant de la couche libérienne.
d. Cellules plus extérieures, de la gaine.
l. Lacunes ou méats formés par des lames cellulaires *m* dirigées perpendiculairement au limbe et aux nervures.

Ce sont ces lames qui forment les reliefs transversaux fréquemment observés entre les nervures des feuilles conservées à l'état d'empreintes.

Fig. 11. Coupe transversale d'un jeune rameau de Cordaïte. Gros. $\frac{10}{1}$.

b. Moelle.
c. Première zone ligneuse formée de trachéides rayées et réticulées.
d. Deuxième zone formée de trachéides à ponctuations aréolées.
f. Faisceau vasculaire partant de l'intérieur du cylindre ligneux *c*, pour se porter ensuite au dehors.
g. Couche libérienne offrant de nombreuses lacunes, le tissu ayant été détruit.
n. Bandes vasculaires traversant l'écorce pour se rendre dans un rameau.
m. Zone formée de cellules disposées régulièrement, et qui semble être la région dans laquelle se développe le bois cortical dans les vieilles tiges.
l. Canaux à gomme du parenchyme cortical extérieur.
h. Bandes de tissu hypodermique, disposées en îlots ou en bandes parallèles, qui pénètrent plus ou moins dans l'assise corticale extérieure, et qui sont accompagnées d'un ou de deux canaux à gomme.

Fig. 12. — Coupe longitudinale du même rameau. Gros. $\frac{10}{1}$.

a. Cloisons transversales résultant du déchirement central de la moelle.
a' Intervalle complètement vide entre les cloisons.
c. Portion du cylindre ligneux formée de trachéides rayées et réticulées.
d. Trachéides ponctuées constituant la deuxième zone.
e. Rayons médullaires.

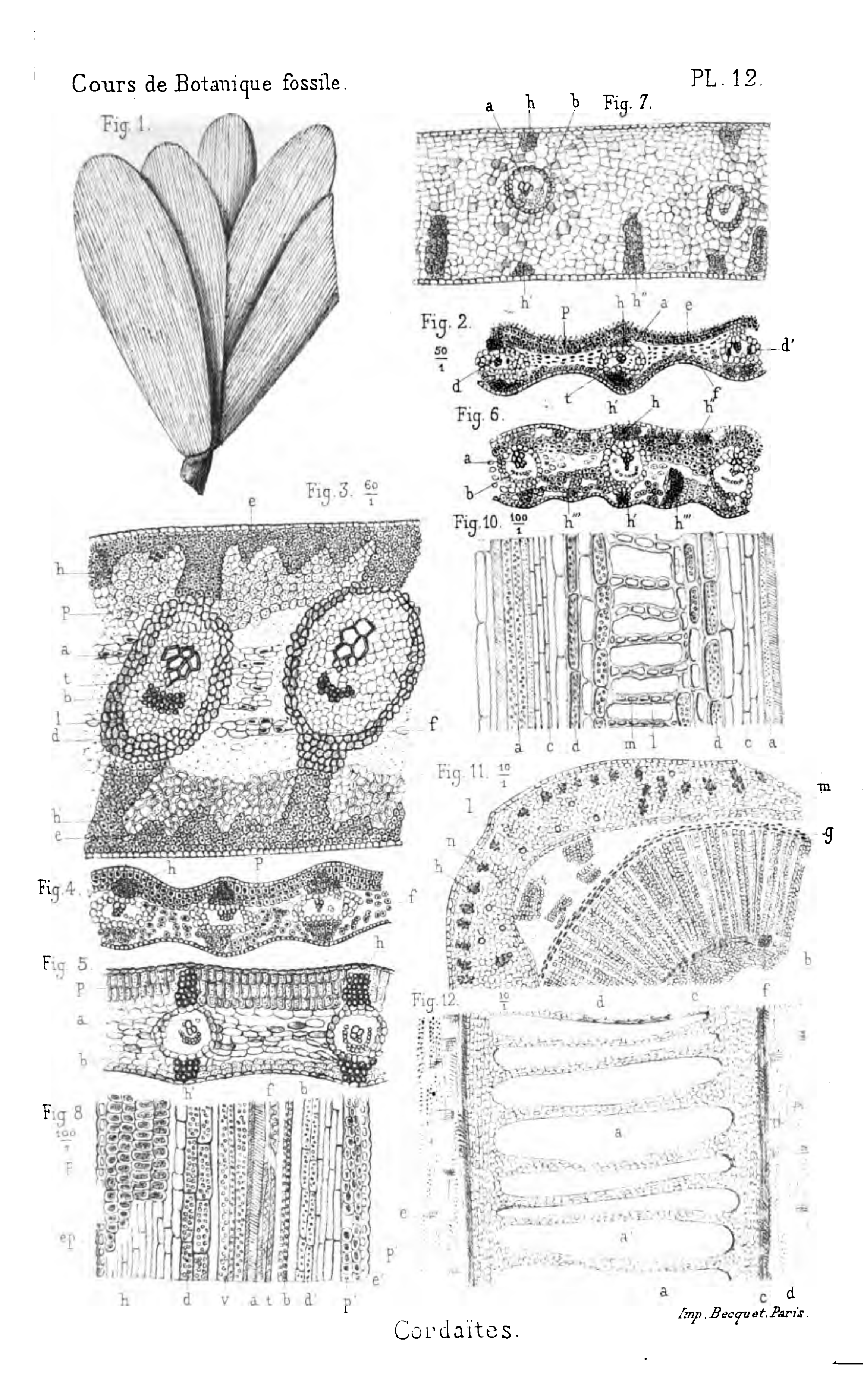

Cours de Botanique fossile.
PL. 12.
Fig. 1.
Fig. 7.
Fig. 2.
50/1
Fig. 6.
Fig. 3. 60/1
Fig. 10. 100/1
Fig. 11. 10/1
Fig. 4.
Fig. 5.
Fig. 12. 10/1
Fig. 8
100/1
Imp. Becquet. Paris.
Cordaïtes.

PLANCHE 13.

FIG. — 1. Coupe radiale du bois d'un jeune rameau de Cordaïte. Gros. $\frac{100}{1}$.

b. Portion de la moelle en contact avec le cylindre ligneux, formée de cellules à parois poreuses, ayant pu suivre l'allongement du rameau sans se cloisonner comme celle du centre.

c. Première zone du cylindre ligneux, composé de trachéides rayées et réticulées.

d. Deuxième zone formée de trachéides à ponctuations elliptiques.

FIG. 2. — Coupe tangentielle faite dans la deuxième zone. Gros. $\frac{100}{1}$.

m. Rayons médullaires.

FIG. 3. — Coupe transversale, montrant le bois *b*, et des couches ligneuses corticales concentriques *e*, *é*.

FIG. 4. — Coupe verticale tangentielle d'une partie de l'écorce rencontrant plusieurs couches successives, alternativement, plus riche en éléments ligneux et en rayons médullaires. Cette alternance détermine la disposition par zones concentriques offerte par cette région de l'écorce. Les trachéides sont ponctuées sur les faces antérieures et postérieures.

FIG. 5. — Coupe transversale d'une jeune racine. Gros. $\frac{70}{1}$.

Au centre se voit le bois primaire sous forme d'une lame unique résultant de la soudure de deux lames primitives.

b. Bois secondaire formant un cylindre continu; les trachéides sont ponctuées, et d'un calibre un peu supérieur à celui des trachéides du bois de la tige.

FIG. 6. — Coupe transversale d'une portion de racine plus âgée. Gros. $\frac{10}{1}$.

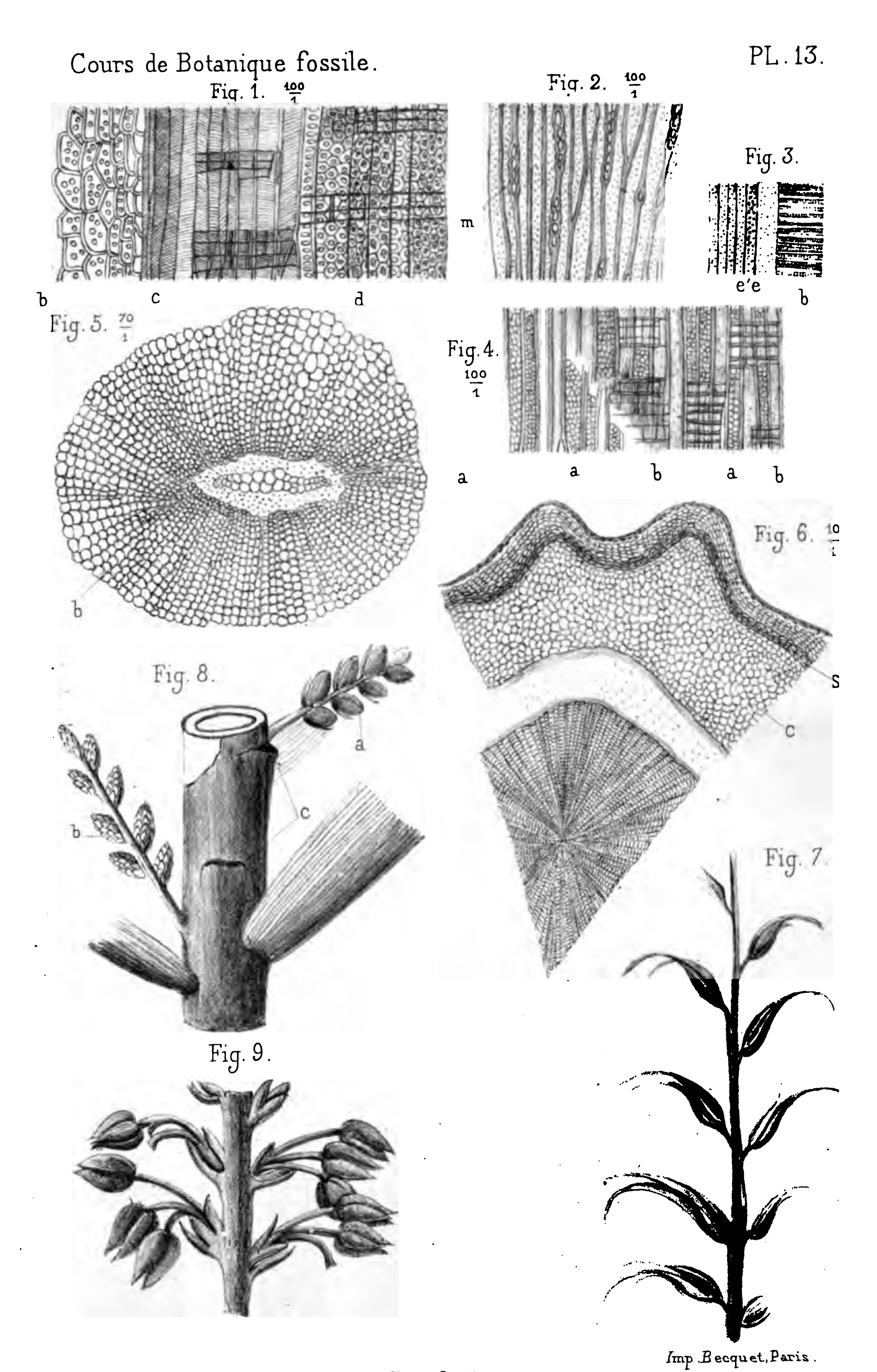
Le bois primaire ne se distingue que très imparfaitement. Le liber n'a pas été conservé; en dehors du parenchyme cortical *c*, on remarque une couche assez épaisse de suber *s*. Cette partie de l'écorce forme une enveloppe sinueuse autour du cylindre central.

FIG. 7. — *Cordaianthus pitcairniae* (L. et H.). Goldenberg.

FIG. 8. — Rameau de Cordaïte portant des axes séparés, munis les uns de graines, *a*, les autres de cônes mâles *b*, et disposés sur le rameau sans relation déterminée apparente avec les feuilles. (D'après M. Grand' Eury.)

c. Cicatrices laissées par la chute des feuilles.

FIG. 9. — *Cordaïanthus Lindleyi.* Carruth. des houillères de Falkirk (Angleterre).



Imp. Becquet, Paris.

Cordaïtes.



PLANCHE 14.

FIG. 1. — *Cordaianthus Penjoni*. B. R. Coupe longitudinale du sommet du cône. Gros. $\frac{10}{1}$.

a. Axe du cône.

b. Bractées stériles.

c. Bractée transformée en filet, supportant à son extrémité des loges d'anthères en nombre variable *e*.

En *d* se voit une ligne suivant laquelle les anthères se séparent du filet.

f. Groupe d'anthères appartenant à des étamines voisines et rencontrées par la coupe.

FIG. 2. — Coupe transversale du même montrant les fleurs mâles disposées en spirale autour de l'axe, et d'autres placées au centre. Gros. $\frac{10}{1}$.

e. Fleurs mâles composées d'un nombre variable d'étamines et dont les anthères ont été rencontrées par la section.

Les loges sont au nombre de trois ou quatre à l'extrémité, d'un même filet.

e'. Fleur mâle du centre.

b. Bractées stériles parcourues par un seul faisceau vasculaire.

b'. Bractéoles entourant la fleur centrale.

FIG. 3. — Coupe transversale d'un jeune cône de la même espèce, faite au-dessus de l'extrémité de l'axe.

b. Bractées stériles.

e. Étamines de la périphérie du cône qui ont déjà perdu leur pollen.

é. Étamines placées au centre, deux étamines sur cinq montrent leurs trois loges incomplètement séparées en deux valves, et encore remplies de grains de pollen.

p. Pollen échappé des anthères et encore engagé entre les bractées.

FIG. 4. — *Cordaianthus Saportanus*. B. R. Coupe longitudinale tangentielle. Gros. $\frac{10}{1}$.

a. Axe du bourgeon.

b. Bractées formant l'involucre floral.

g. Traces des faisceaux vasculaires qui se rendaient dans les bractées enlevées par la section.

d. Point où les anthères adhéraient au filet.

f. Faisceau vasculaire divisé en quatre branches qui se perdent à la base de chacune des loges.

p. Pollen.

e'. Anthères appartenant à un groupe d'étamines dont la coupe n'a pas conservé les filets.

FIG. 5. — *Cordaianthus Grand'Euryi*. B. R. Coupe longitudinale. Gros. $\frac{35}{1}$.

b. Bractées stériles entourant l'ovule.

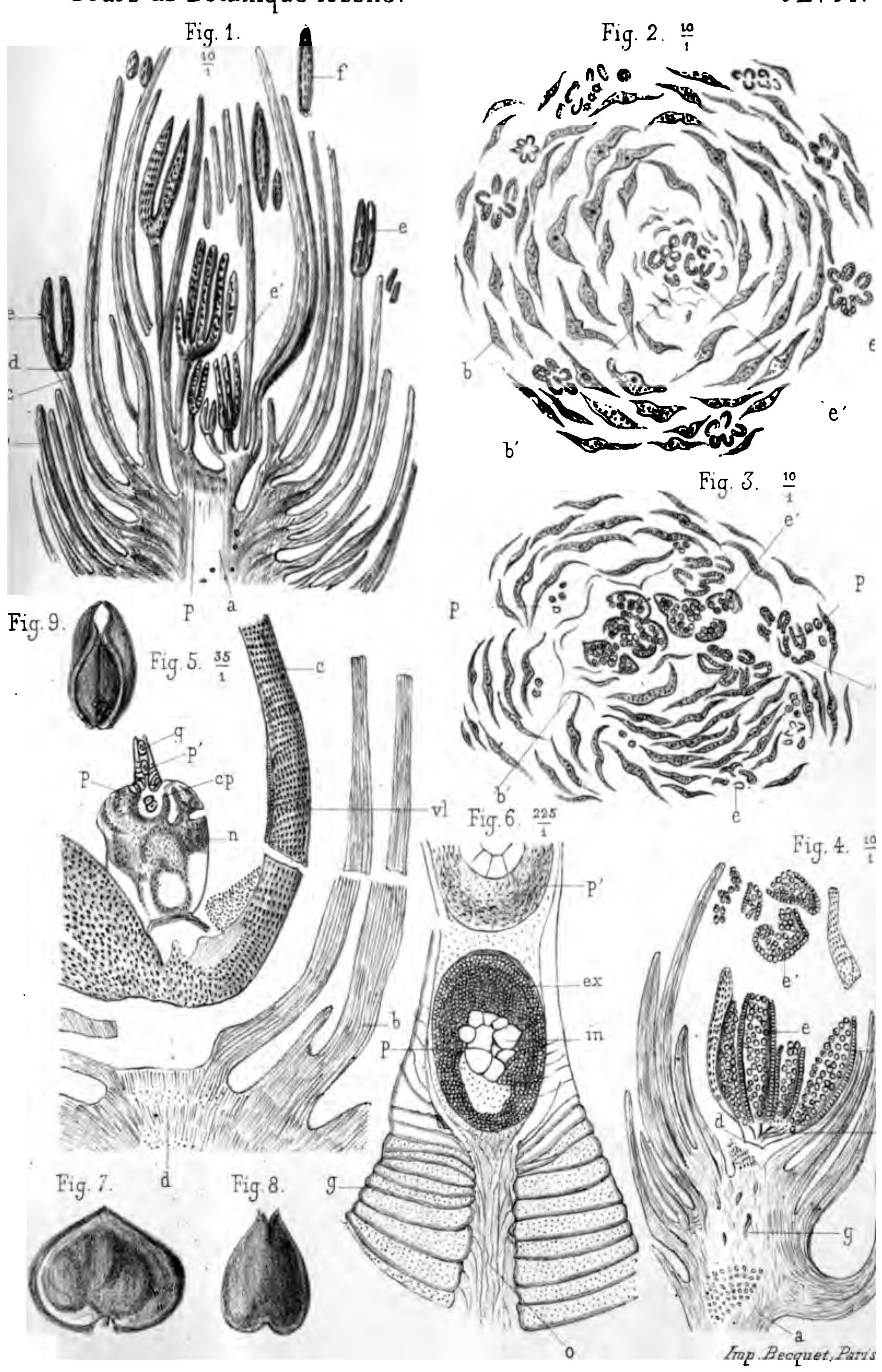
d. Axe secondaire à l'extrémité duquel l'ovule était fixé.
e. Tégument externe.
vl. Faisceaux vasculaires montant dans le plan principal de l'ovule.
n. Nucelle.
cp. Chambre pollinique renfermant deux grains de pollen *p*.
g. Canal surmontant la chambre pollinique. Dans son intérieur, on distingue deux grains de pollen p', engagés l'un à la suite de l'autre, il n'y a pas encore de trace de sac embryonnaire.

Fig. 6. — Partie supérieur du nucelle. Gros. $\frac{225}{1}$.
g. Parois du canal pollinique formé de cellules allongées transversalement.
p. Grain de pollen.
ex. Exine finement réticulée à la surface.
in. Intine présentant quelques cellules dans son intérieur.
p'. Deuxième grain, présentant comme le premier un commencement de division cellulaire.

Fig. 7. — *Cordaispermum Gutbieri*, Geinitz.

Fig. 8. — *Cordaispermum Lindleyi*, Corrnth.

Fig. 9. — *Cordaispermum cornutum*, Daws.


Fig. 1.
10/1
f
e
e'
d
c
p
a
Fig. 2. 10/1
b
b'
e'
Fig. 3. 10/1
e'
p
b'
e
Fig. 9.
Fig. 5. 35/1
c
q
p'
p
cp
n
vl
b
d
Fig. 6. 225/1
p'
ex
in
p
g
o
Fig. 4. 10/1
e'
e
d
g
a
Fig. 7.
Fig. 8.
Imp. Becquet, Paris

Cordaïtes.

PLANCHE 15.

FIG. 1. — *Cordaianthus Williamsoni* B. R. Gros. $\frac{10}{1}$.
a. Axe du bourgeon.
b. Bractées disposées en spirale autour du cône.
b'. Traces des faisceaux vasculaires des bractées coupées.
d. Axe secondaire portant la graine.
c. Tégument externe.
c'. Autre graine.
n. Nucelle.

FIG. 2. — Portion de la figure précédente. Gros. $\frac{35}{1}$.
d. Axe secondaire. — *b*. Bractée.
c. Tégument externe fortement coloré.
e. Tégument interne d'abord simple membrane qui tapisse une grande partie du tégument externe et forme plus tard la partie dure et coriace de la graine. C'est dans son intérieur et du côté du 1er tégument qui se trouvent les faisceaux latéraux ascendants.
ch. Faisceau vasculaire de la chalaze.
n. Nucelle réduit à un simple sac dont les parois se sont rétractées et séparées des enveloppes extérieures. Il est surmonté d'un cône *g* bien conservé, formé au centre de cellules allongée dans le sens de l'axe où se serait formé le canal pollinique.
m. Ouverture micropylaire des téguments de la graine.

FIG. 3. — *Cordaianthus Zeilleri*. B. R. renfermant 4 graines. Gros. $\frac{10}{1}$.
vl. Faisceaux vasculaires des carènes, appliqués contre le tégument externe.
b. Bractées entourant les graines.
b'. Bractéoles de la partie centrale.
c. Tégument externe, seul encore apparent.

FIG. 4. — *Cordaispermum drupaceum*. Brongt. Graine à l'état d'empreinte. Gr. $\frac{1}{1}$.
a .testa. *e*. Endosperme.

FIG. 5. — *C. drupaceum*. Gr. $\frac{1}{1}$. Coupe longitudinale d'une espèce silicifiée, dirigée perpendiculairement au plan principal.
e. Endotesta. *s*. Sarcotesta. *l*. Lacunes gommeuses.

FIG. 6. — Coupe transversale d'une graine de la même espèce; *vl*. Faisceaux latéraux.

FIG. 7. — Région chalazienne d'une graine de la même espèce. Gros. $\frac{3}{1}$.
ep. Epiderme. *s*. Sarcotesta renfermant des lacunes à gomme, *l*.
ch. Faisceau chalazien, se divisant en deux branches *vl* qui viennent s'appliquer

contre l'*endotesta*, et montent dans le plan principal de la graine jusqu'au micropyle. A la base du nucelle, le faisceau chalazien s'irradie en formant une espèce de cupule enveloppant le tiers de la hauteur de ce dernier.

FIG. 8 et 9. — Détails de tissus. Gros. $\frac{20}{1}$.

Ep. Epiderme interne.
d d' d''. Assises diverses de l'endotesta, en général fortement lignifiées. *g'' g' g*. assises du Sarcotesta.
h. Cellules à parois épaissies placées au-dessous de l'épiderme et généralement disjointes, l'épiderme est quelquefois adhérent, par place.

FIG. 10. — Gros. $\frac{100}{1}$. Quelques cellules de la couche *g* du Sarcotesta montrant les perforations qui existent dans leurs parois.

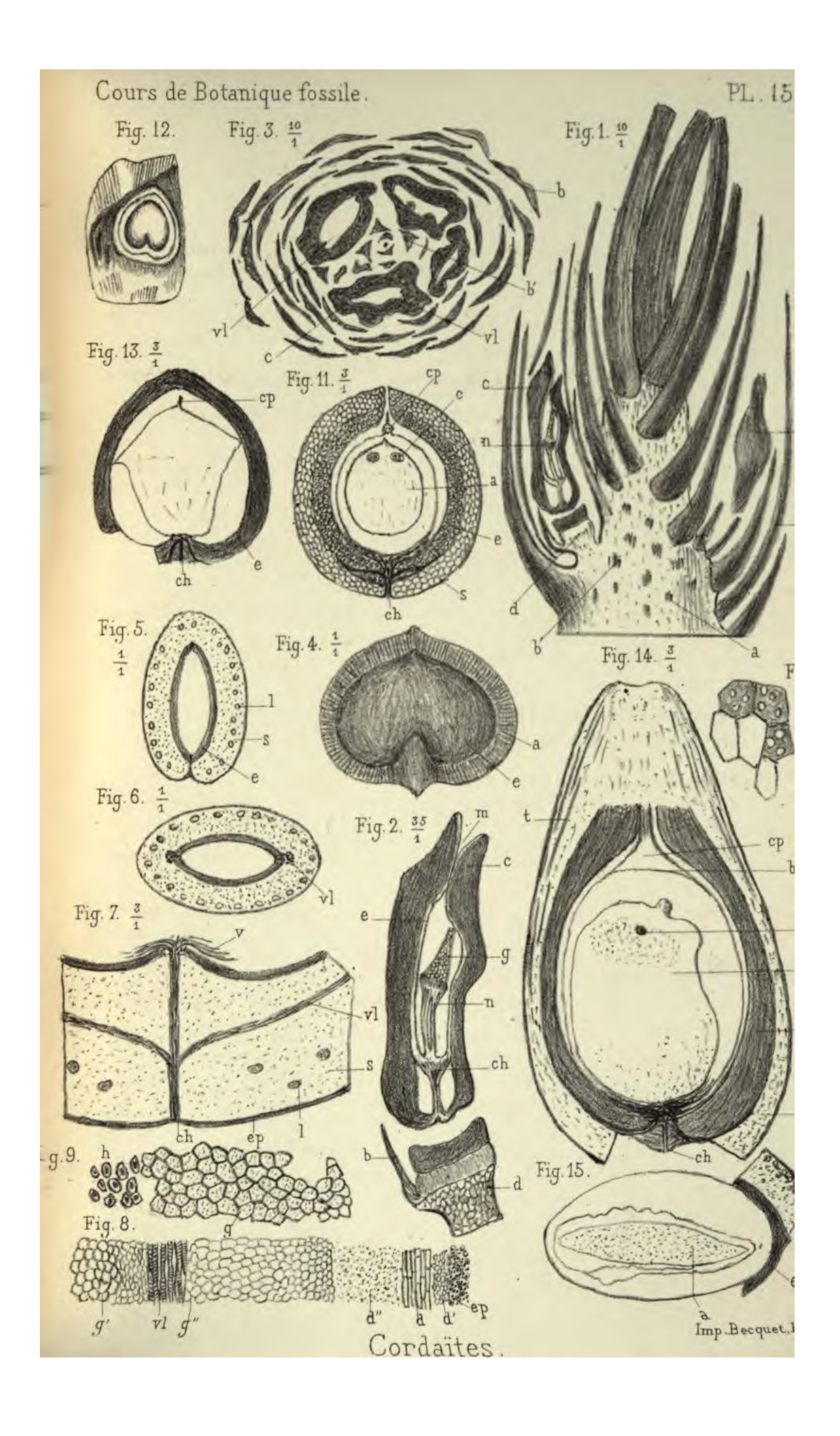
FIG. 11. — *Cordaispermum Augustodunense*. Brongt.
s. Sarcotesta. *e*. Endotesta formé de cellules à parois lignifiées.
cp. Chambre pollinique renfermant quelques grains de pollen.
a. Endosperme.
c. Deux corpuscules, dans lesquels on peut distinguer deux ou trois corps sphériques *oosphères ?*
ch. Faisceau chalazien qui se divise de la même manière que dans l'espèce précédente.

FIG. 12. — *Diplotesta avellana*. Brongt. (*Sarcotaxus avellana*. Brongt.)
Graine encore engagée dans le silice. Gros. $\frac{1}{1}$.

FIG. 13. — Une graine de la même espèce grossie trois fois.
e. Endotesta. Le faisceau chalazien *ch* n'émet les branches latérales que lorsqu'il est arrivé à la base du nucelle. *cp*. Chambre pollinique très peu développée.

FIG. 14. — *Rhabdocarpus conicus*. Brongt. Coupe longitudinale passant par le plan des carènes. Gros. $\frac{3}{1}$.
s. Sarcotesta. *e*. Endotesta. *ch*. Faisceau chalazien ne se subdivisant que lorsqu'il a traversé l'endotesta. *a*. Endosperme. *c*. Corpuscule. *cp*. Chambre pollinique. *b*. Sac embryonnaire. *t*. Cellules volumineuses allongées en forme de tubes, de nature scléreuse, disposées par groupes immédiatement au-dessous de l'épiderme.

FIG. 15. — Coupe transversale d'une graine de la même espèce. Gros $\frac{3}{1}$. Même signification de lettre.


Fig. 12.
Fig. 3. 10/1
Fig. 1. 10/1
b
b'
vl
vl
c
Fig. 13. 3/1
cp
ch
e
Fig. 11. 3/1
cp
c
n
a
e
s
ch
c
n
d
b
a
Fig. 5. 1/1
l
s
e
Fig. 4. 1/1
a
e
Fig. 14. 3/1
Fig. 6. 1/1
vl
Fig. 2. 35/1
m
c
e
g
n
ch
b
d
t
cp
Fig. 7. 3/1
v
vl
s
l
ch
ep
Fig. 9.
h
g
Fig. 8.
g'
vl
g''
d''
a
d'
ep
Fig. 15.
ch
a
Imp. Becquet.

Cordaïtes.

PLANCHE 16.

FIG. 1. — *Poroxylon Boysseti*. B. R. Coupe transversale d'un très jeune rameau. *a*, Bois centrifuge. *c*. Bois centripète. *b*. Tubes grillagés. *m*. Parenchyme cortical. *h*. bandes hypodermiques. *ep*. Epiderme.

FIG. 2. — Portion plus grossie $\frac{20}{1}$.

Même signification de lettres.

n. Moelle.

l. Région libérienne. *b*. Restes de tubes grillagés.

a. Bois centrifuge, composé de trachéides ponctuées et parcouru par d'épais rayons médullaires.

FIG. 3. — Coupe tangentielle, du bois centrifuge. Gros. $\frac{50}{1}$.

r. Rayons médullaires.

FIG. 4. — Coupe radiale du même échantillon. *n*. Cellules de la moelle. *c*. Bois centripète. *a*. Bois centrifuge. *m*. Rayon médullaire.

FIG. 5. — Coupe transversale d'un pétiole de la même espèce. Gros. $\frac{10}{1}$.

c. Bois centripète. *a*. Bois centrifuge. *l*. Bois altéré. *b*. Tubes grillagés. *h*. Bandes hypodermiques. *b'*. Tubes à gomme.

FIG. 6. — *Poroxylon Edwarsii*. B. R. Coupe transversale d'un jeune rameau Gros. $\frac{8}{1}$.

n. Moelle parsemée de cellules *n'* de couleur brune. *c*. Bois centripète. *a*. Bois centrifuge, montrant deux zones *a' a'* dans lesquelles les trachéides ponctuées ont un plus petit diamètre. *l*. Liber épais, alternativement formé d'une rangée de deux grandes cellules prismatiques, puis d'une rangée de 4 petites, placées entre des rayons médullaires *m*, *m*, qui sont le prolongement de ceux du bois. Les cellules les plus petites sont les plus longues, et les deux systèmes ont leurs parois poreuses. On distingue dans la partie tournée vers le bois, des cellules et des tubes grillagés analogues à ceux de l'écorce des *Encephalartos*. *b'*. Canaux à gomme. *p*. Parenchyme cortical extérieur. *s*. Couche de cellules subéreuses.

FIG. 7. — *Poroxylon Duchartrei*. B R. Coupe transversale $\frac{8}{1}$.

a. Bois centrifuge, dont les coins sont séparés par de larges rayons médullaires, détruits en grande partie.

c. Bois centripète peu développé, mais continu. *o*. Gros tubes ponctués, dispersés par groupes divers dans l'intérieur du tissu de la moelle.

f. Faisceaux vasculaires parcourant le parenchyme cortical.

FIG. 8. — Coupe radiale du même échantillon. Gros. $\frac{100}{1}$.

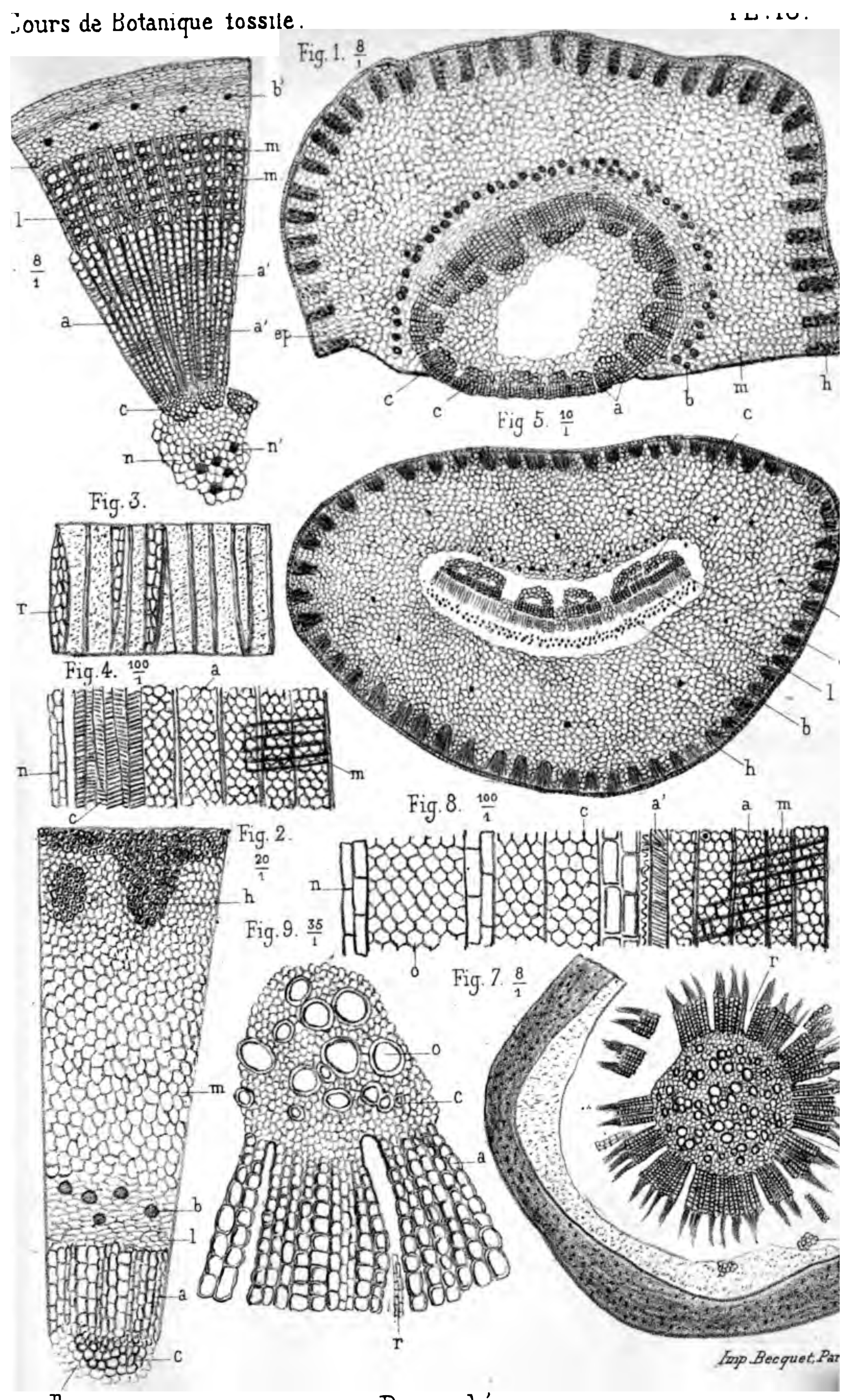
a. Bois centrifuge. *m*. Rayon médullaire. *a'*. Trachéides rayées et spiralées. *c*. Bois centripète. *o*. Tubes à parois marquées d'un réseau hexagonal, restes des ponctuations, à pore central elliptique, que l'on trouve encore intactes dans quelques parties mieux conservées du rameau.

FIG. 9. — Coupe transversale d'une portion du rameau précédent. Gros. $\frac{35}{1}$.

Les lettres ont la même signification que ci-dessus.

r. Restes d'un rayon médullaire.




Fig. 1. 8/1
Fig 5. 10/1
Fig. 3.
Fig. 4. 100/1
Fig. 8. 100/1
Fig. 2. 20/1
Fig. 9. 35/1
Fig. 7. 8/1
Imp. Becquet, Par

Poroxylées.

PLANCHE 17.

Fig. 1. — *Sigillaria Brardii*. Brongt. $\frac{1}{1}$.

a a. Cicatrices laissées par les axes des organes reproducteurs. L'ordre des cicatrices est légèrement troublé par leur émission. (Saint-Etienne.)

Fig. 2. *Sigillaria spinulosa*. Germar.

a. Cicatrices laissées par les épis reproducteurs. *r*. Cicatrices provenant de petites racines adventives. (Collection de l'École des mines.)

Fig. 3. — *Sigillaria tessellata*. Brongt.

On voit 1° en *a*. les cicatrices intactes, 2° en *b*. l'écorce dépouillée d'une certaine portion de son épiderme (*Sigillaria microstigma*), 3° en *c*. le bois à surface cannelée complètement décortiqué et portant seulement la trace laissée par le faisceau, de chaque cicatrice. (*Syringodendron pachyderma*.)

Fig. 4. — *Sigillaria elegans*. Brongt.

L'échantillon est en partie décortiqué en *a*.

La surface du bois montre des cannelures et des mamelons arrondis, marqués de la trace du faisceau vasculaire des feuilles.

Fig. 4 bis. — Portion plus grossie, indiquant la forme des coussinets et des cicatrices foliaires.

Fig. 5. — *Sigillaria Saullii*. Brongt.

Échantillon laissant voir plusieurs cicatrices et la surface sous-jacente du bois décortiqué.

Fig. 6. — *Sigillaria Cortei*. Brongt.

A côté de l'échantillon et en rapport avec une cicatrice, on a figuré une feuille de Sigillaire appartenant vraisemblablement à cette espèce.

Fig. 7. — *Sigillaria rhytidolepis*, Corda.

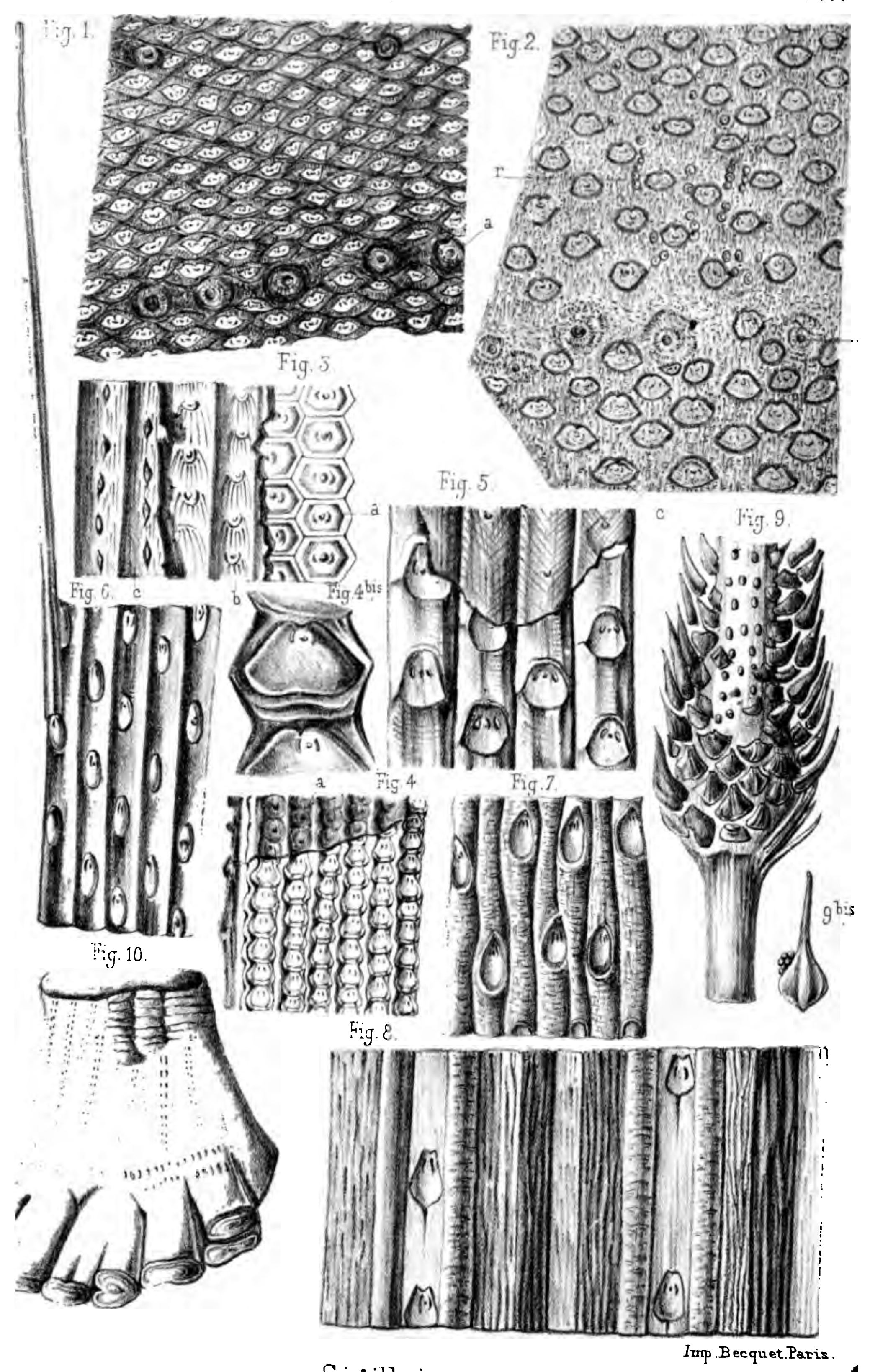
Fig. 8. — *Sigillaria canaliculata*, Brongt. Mines de Saarbruck.

Fig. 9. — *Sigillariostrobus*. Schimper.

Épi trouvé avec des écorces de Sigillaires, et rapporté à ces plantes par Goldenberg. En 9 bis, on voit une bractée à la base de laquelle d'après le même savant, seraient des organes fructificateurs, contenant tantôt des microspores, tantôt des macrospores.

Fig. 10. — *Sigillaria alternans*. (Sternberg.)

Tronc de Sigillaire portant encore quelques cicatrices à la partie supérieure, et montrant dans la partie décortiquée les caractères du *Syringodendron alternans*.



Imp. Becquet. Paris.

Sigillaires.

PLANCHE 18.

Fig. 1. — Coupe transversale d'une portion de tige de ***Sigillaria spinulosa*** portant des cicatrices déterminables.

a. Bois centrifuge, *b.* bois centripète se montrant sous forme de faisceaux lunulés convexes en dedans.

d. 1re zone renfermant les éléments du liber, et parcourue par des cordons foliaires *f.*

g. 2e zone plus extérieure, composée de cellules prosenchymateuses et de suber.

M. Portion du cylindre ligneux, rompue et retournée.

Fig. 2. — Partie extérieure de l'écorce. Gros $\frac{18}{1}$.

c. Tissu cellulaire formant le coussinet des feuilles.

a. Bandes de cellules prosenchymateuses disposé en réseau dont les mailles sont occupées par des cellules à section rectangulaire et hexagonale.

Fig. 3. — Coupe tangentielle faite dans le bois centrifuge. Gros. $\frac{35}{1}$.

a. Trachéides rayées — *m.* Rayons médullaires. *c.* Portion centrifuge d'un cordon foliaire. *d.* Portion centripète du même cordon.

Fig. 4. — Coupe longitudinale radiale du cylindre ligneux. Gros. $\frac{100}{1}$.

a. Bois centrifuge composé de trachéides rayées. *tr.* Éléments spiralés, *d.* Trachéides réticulées du bois centripète. *d'* Trachéides rayées plus centrales et plus développées.

Fig. 5. — Coupe tangentielle passant par la partie extérieure prosenchymateuse de l'écorce et rencontrant un cordon foliaire. $\frac{35}{1}$.

g. Cellules prosenchymateuses (bast tissue) de l'écorce externe.

d. Portion centrifuge du cordon foliaire disposée sans ordre.

a. Portion centripète formée de lames rayonnantes.

l. Région libérienne du cordon.

Fig. 6. — Coupe longitudinale radiale faite dans la même région $\frac{35}{1}$.

g. Cellules prosenchymateuse vues latéralement, et disposées en lignes régulières. Les lettres ont la même signification que ci-dessus.

t. Région où l'on distingue quelques cellules spiralées. *l.* Partie libérienne mal conservée.

Fig. 7. — ***Sigillaria elegans.*** Brongt.

Les cicatrices sont disposées assez nettement sur deux spires croisées, et les coussinets sont allongés transversalement et rappellent quelque peu ceux des Sigillaires du groupe des *Clathraria.*

Fig. 8. — Coupe transversale du cylindre ligneux. Gros. $\frac{20.}{1}$

a. Bois centrifuge. *b*. Bois centripète. *c*, *c'*, *c''*, Cordons foliaires, prenant naissa entre les deux bois. *f*. Cordons foliaires, de forme triangulaire, s'élevant dans région interne de l'écorce et alternant avec les premiers.

Fig. 9. — Coupe radiale du cylindre ligneux. *b*. Bois centripète. *a*. Bois centrifu *m*. Rayons médullaires. *f*. Cordons foliaires qui prennent leur origine entre deux bois en *c*, *c*.

Fig. 10. — Portion extérieure de l'écorce formée de cellules prosenchymateuses d posées en séries rayonnantes, mais ne formant pas un réseau comme dans *S. spinulosa*.

Fig. 11. — Feuille de Sigillaire coupée transversalement. Gros. $\frac{20.}{1}$

c. Portion centrifuge. *d*. Portion centripète du cordon.

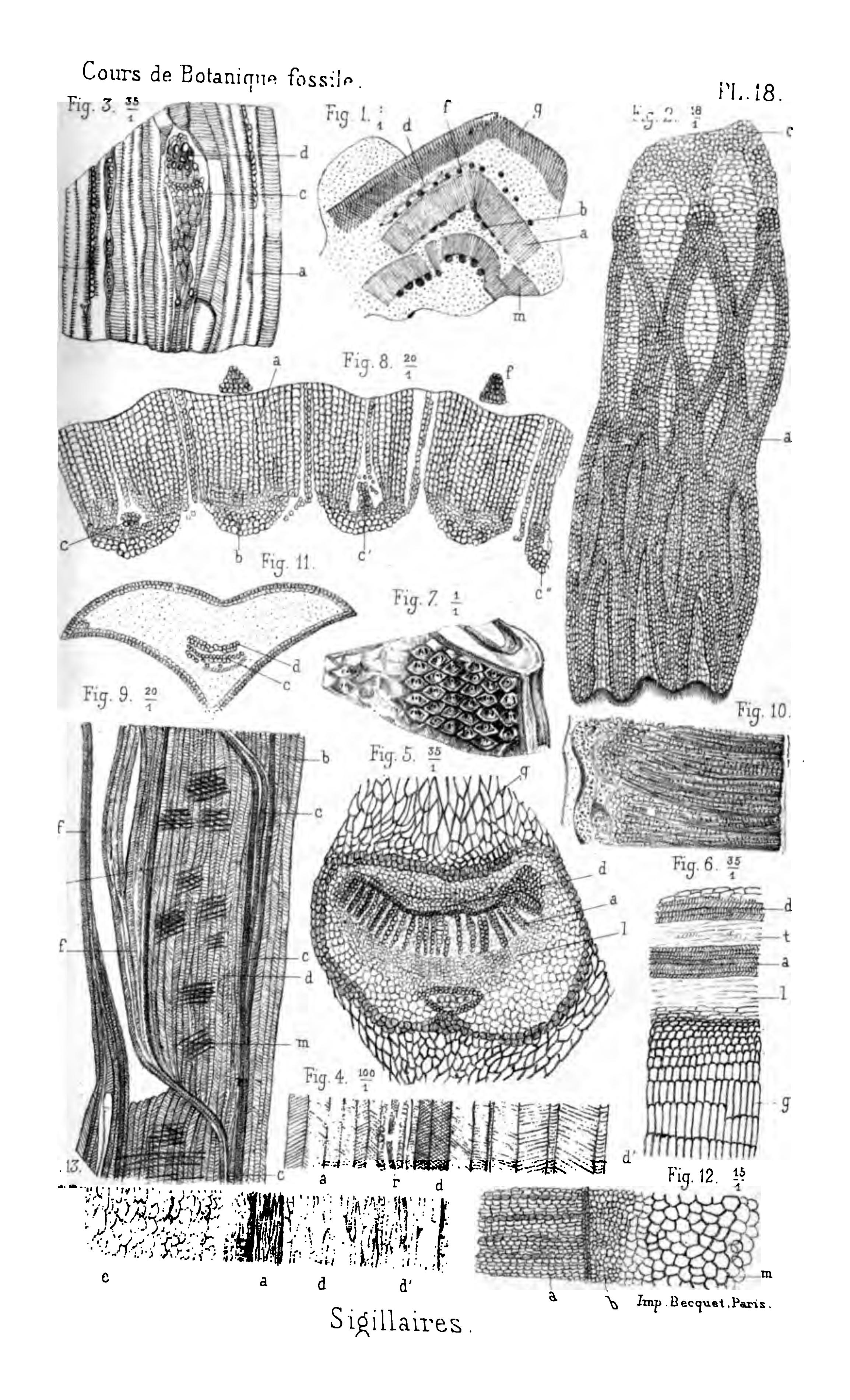
Fig. 12. — *Anabathra pulcherrima*. Corda.

Coupe transversale. Gros. $\frac{15.}{1}$

m. Moelle. *b*. Bois centripète. *a*. Bois centrifuge.

Fig. 13. — Coupe longitudinale de *Sigillaria vascularis*. Binney.

a. Bois centrifuge. *d*. Bois centripète. *d'*. Moelle dans laquelle se trouvent des fai ceaux vasculaires isolés. *e*. Écorce.



Sigillaires.

Imp. Becquet, Paris.

PLANCHE 19.

Fig. 1. — Coupe transversale de *Sigillaria vascularis*. Binney.
a. Bois centrifuge formé de trachéides rayées, disposées en séries rayonnantes, séparées par des rayons médullaires.
b. Bois centripète. *d.* Faisceaux vasculaires dispersés dans le tissu médullaire.
o. Partie libérienne détruite. *e.* Parenchyme cortical formé de cellules polyédriques. *é.* Région extérieure de l'écorce dont les éléments allongés prosenchymateux sont disposés en séries rayonnantes.

Fig. 1 *bis*. — Portion de Sigillaria vascularis plus grossie.
a, b, d. Comme ci-dessus.

Fig. 2. — Cordon foliaire *d'Anabathra pulcherrima*.
d. Bois centripète. *c.* Bois centrifuge.

Fig. 3 et 3 *bis*. — Variations que peuvent présenter, sur un même échantillon, les cicatrices du *Syringodendron alternans*.

Fig. 4. — *Sigillaria reniformis*, Brongt., montrant au-dessous de l'écorce des cicatrices de *Syringodendron sulcatum*.

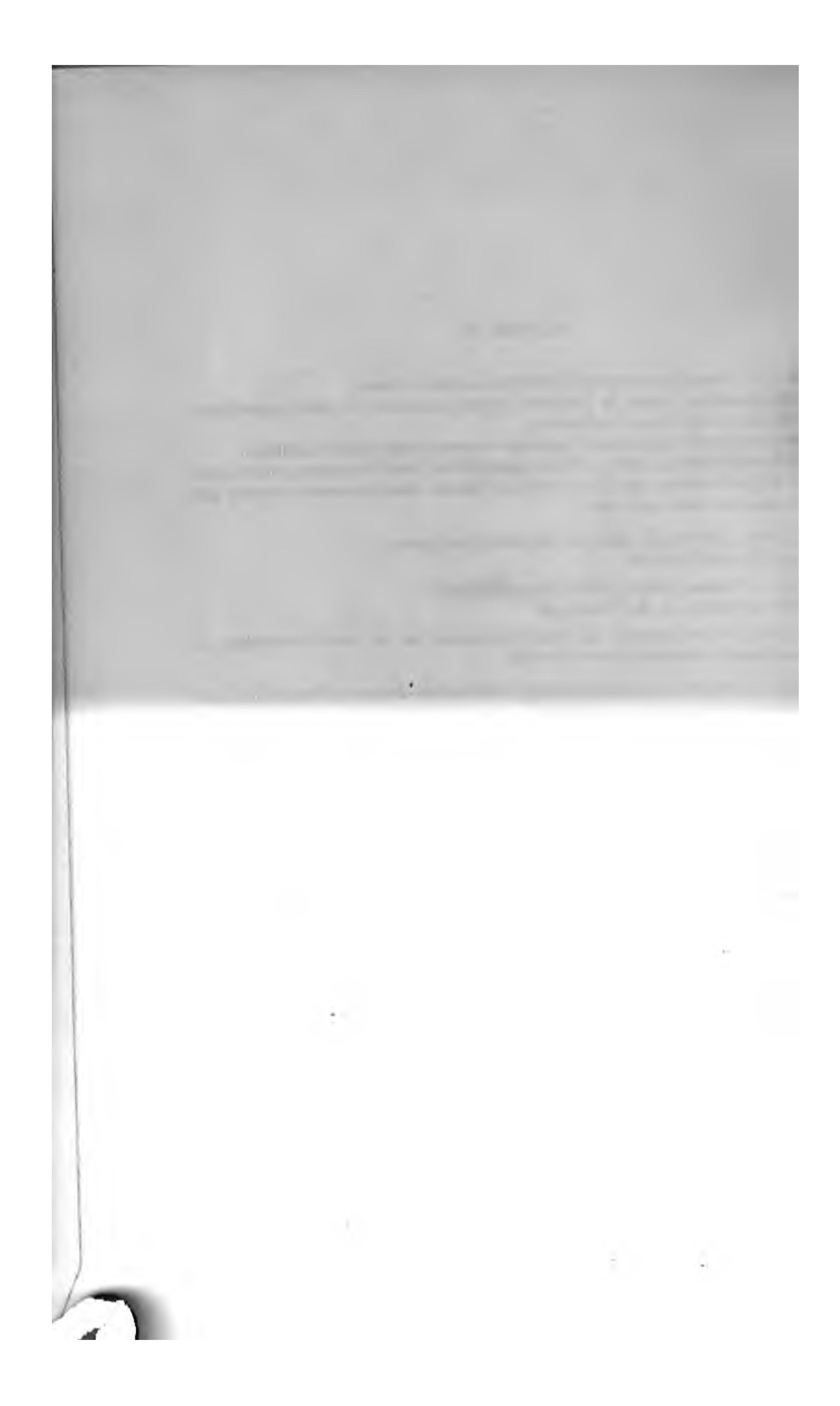
Fig. 5. — *Sigillaria reniformis*, Brongt., décortiqué, offrant l'aspect d'un *Syringodendron* réduit au $\frac{1}{50}$ de sa grandeur naturelle, trouvée en place dans un tunnel, près de Friedrichsthal.

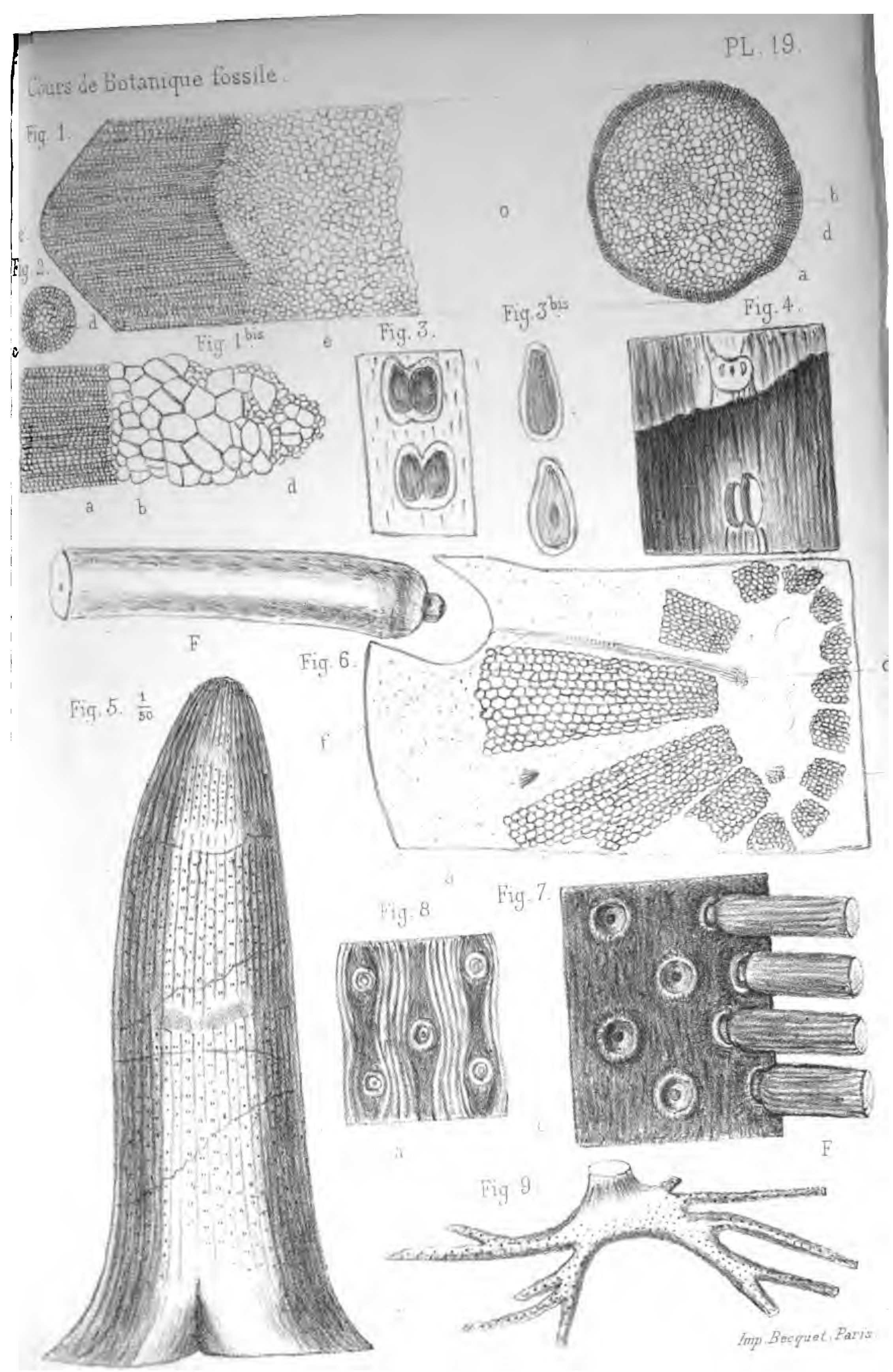
Fig. 6. — Coupe transversale de *Stigmaria*, figure réduite d'après Gœppert.
a. Cylindre ligneux, formé de trachéides rayées disposées en séries rayonnantes, séparées par des rayons médullaires.
d. Faisceaux dispersés dans la moelle, d'après Gœppert, d'où partiraient les cordons vasculaires se rendant dans les appendices extérieurs. F.

Fig. 7. — Portion de *Stigmaria ficoides*, Brongt., portant encore un certain nombre de ces appendices.
c. Cicatrices circulaires, gironées, ombiliquées au centre, laissées par ces organes, et disposées suivant des spirales régulières.

Fig. 8. — *Stigmaria undulata*, Gœppert.
a. Bandes longitudinales, ondulées, qui courent entre les cicatrices.

Fig. 9. — Base de Sigillaire, de laquelle partent des racines stigmariformes.




Cours de Botanique fossile.
PL. 19.
Fig. 1.
Fig. 1 bis
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 3 bis
Fig. 4.
Fig. 5. 1/50
Fig. 6.
Fig. 7.
Fig. 8
Fig. 9
Imp. Becquet, Paris

Stigmaria.

PLANCHE 20.

Fig. 1. — Coupe transversale d'un appendice foliaire à sa sortie du Stigmaria. Le faisceau est représenté dans sa position inclinée naturelle par rapport au Stigmaria. Gros. $\frac{20}{1}$.

f. Faisceau vasculaire formé de lames rayonnantes composées de trachéides rayées, dont le développement a été centrifuge.

l. Partie libérienne du faisceau. *g.* *Endoderme.*

h. Tissu conjonctif très souvent détruit. *e.* Assise corticale qui généralement seule a persisté avec le faisceau central. (Calcaire carbonifère de Falkenberg.)

Fig. 2. — Coupe transversale d'un faisceau radiculaire pris dans le même échantillon. Gros. $\frac{100}{1}$.

Il est facile de reconnaître que primitivement il y a eu trois lames de bois primaires *a* qui se sont rejointes au centre; plus tard il s'est adjoint du bois secondaire *b*, *b* sans tissu cellulaire interposé, comme cela se voit fréquemment dans les radicelles de plantes phanérogames aquatiques.

Fig. 3. — Coupe transversale d'une racine plus jeune, prise au moment de son émergence, entre deux lames du cylindre ligneux. Gros. $\frac{100}{1}$. (Falkenberg.)

a, *a*, *a*. Trois lames de bois primaires, qui se sont rejointes au centre.

b. Bois secondaire, réduit de ce côté à une seule trachéide rayée.

l. Liber primaire.

m. Membrane périphérique du cylindre central.

p. Membrane protectrice, distincte en quelques points seulement, de la préparation.

c. Assise interne de l'écorce.

Fig. 4. — Coupe transversale de racine de *Stigmaria*, provenant des environs de Manchester. Gros. $\frac{35}{1}$.

a, *a*. Lames de bois primaires.

b. Lame formée de 4 à 5 trachéides, venant se mettre en contact avec la cellule spiralée centrale d'une radicelle latérale *t*.

La gaine protectrice *p* se continue directement autour du vaisseau central, pour lui former une gaine *p'*.

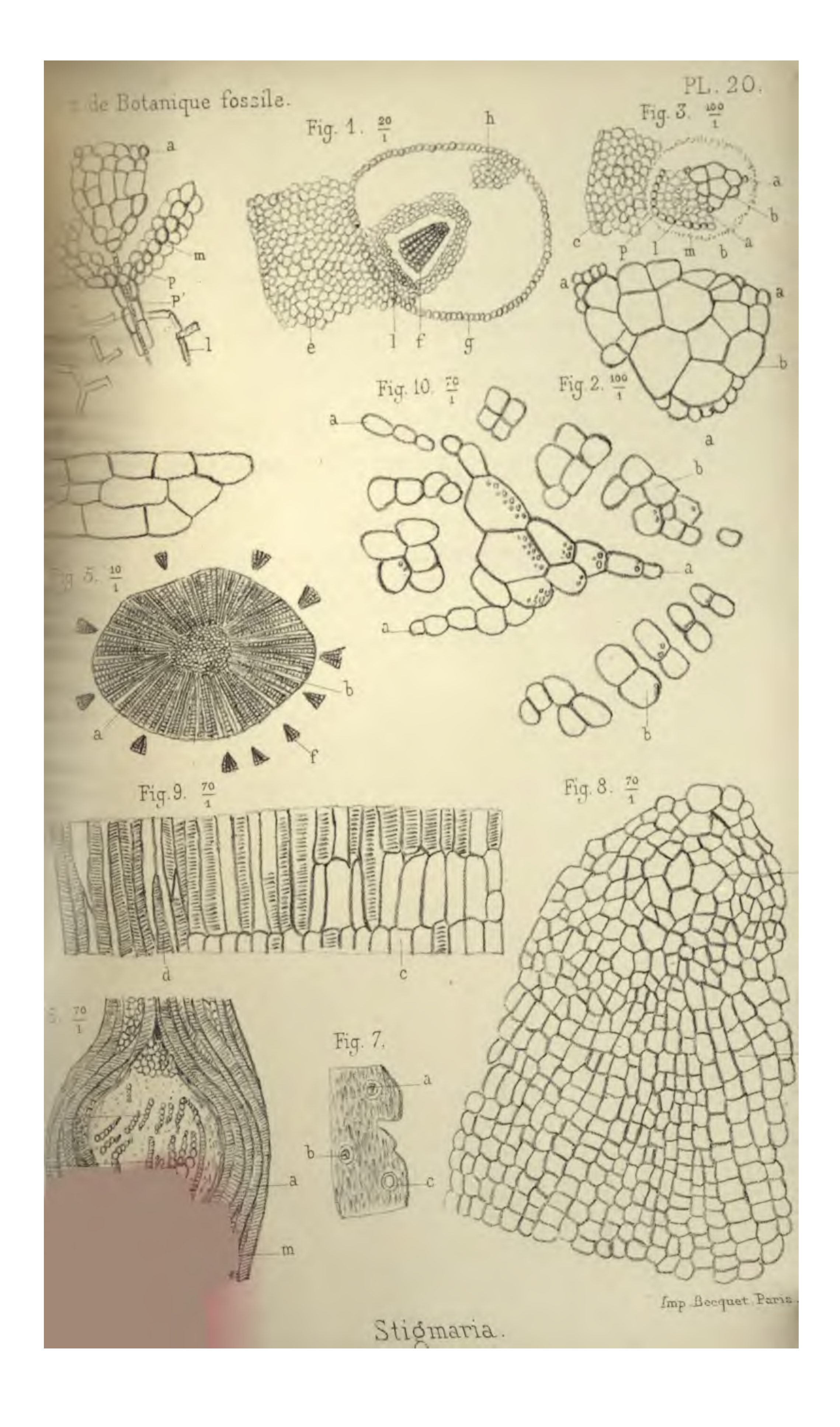
m. Membrane périphérique du cylindre central contenant les cellules rhizozènes.

l. Tissu lacuneux formé de cellules prismatiques étoilées, généralement très mal conservé.

f. Assise externe de l'écorce.

Fig. 5. — *Stigmaria Augustodunensis* B. R. Coupe transversale. Gros. $\frac{10}{1}$.

b. Bois central entièrement formé de trachéides rayées.


Fig. 1. 20/1
Fig. 3. 100/1
Fig. 10. 70/1
Fig. 2. 100/1
Fig. 5. 10/1
Fig. 9. 70/1
Fig. 8. 70/1
Fig. 7.
Imp. Becquet. Paris.

Stigmaria.

a. bois centrifuge.
f. Faisceaux vasculaires en forme de coins, la pointe en dedans, appartenant à des organes foliaires.

FIG. 6. — Coupe tangentielle du même échantillon, passant dans le bois centrifuge. Gros. $\frac{70}{1}$.
a. Trachéides rayées.
m. Rayons médullaires.
c, *d*. Deux portions centrifuge et centripète d'un cordon foliaire.

FIG. 7. — Coupe tangentielle de la surface d'un *Stigmaria* d'Autun.
b. Cicatrice d'un appendice radiculaire.
a. Cicatrice d'un appendice foliaire.
c. Cicatrice dont le tissu intérieur est détruit.

FIG. 8. — Faisceau vasculaire foliaire précédent. Gros. $\frac{70}{1}$.
c. Portion centrifuge.
d. Portion centripète.

FIG. 9. — Coupe longitudinale du même cordon.
c. Portion centrifuge.
d. Portion centripète.

FIG. 10. — Coupe transversale oblique du faisceau radiculaire *b*, fig. 7.
a. Lames de bois primaires se rejoignant au centre.
b. Bois secondaire formé de deux ou trois assises de trachéides, dont les parois paraissent ponctuées, ainsi que celles des lames primaires. Le liber n'existe plus.



